PGS.TS. VŨ THANH KHIẾT

(Tái bản có sửa chữa, bổ sung)

BÀI GIẢNG TRỌNG TÂM
CHƯƠNG TRÌNH CHUẨN
VẬT LÍ
12

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

PGS.TS. VŨ THANH KHIẾT

BÀI GIẢNG TRỌNG TÂM CHƯƠNG TRÌNH CHUẨN

VẬT LÍ 12

(Tái bản lần thứ nhất, có sửa chữa và bổ sung)

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

MỤC LỤC

ời nói đầu 3

Chương I. DAO ĐỘNG CƠ

Bài 1. Dao động điều hòa. Tổng hợp dao động điều hòa 5
Bài 2. Con lắc lò xo 14
Bài 3. Con lắc đơn 19
Bài 4. Dao động tắt dần. Dao động cưỡng bức 24
Ôn tập chương I 30

Chương II. SÓNG CƠ VÀ SÓNG ÂM

Bài 5. Sóng cơ. Phương trình sóng 35
Bài 6. Giao thoa sóng 42
Bài 7. Sóng dừng 47
Bài 8. Sóng âm. Các đặc trưng của âm 51
Ôn tập chương II 60

Chương III. DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bài 9. Dòng điện xoay chiều. Mạch điện xoay chiều. Giá trị hiệu dụng 63
Bài 10. Mạch điện xoay chiều có R, L, C mắc nối tiếp 71
Bài 11. Máy phát điện và động cơ điện xoay chiều 85
Bài 12. Máy biến áp. Truyền tải điện năng 92
Ôn tập chương III 98

Chương IV. DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

Bài 13. Dao động điện từ 102
Bài 14. Điện từ trường. Sóng điện từ 108
Ôn tập chương IV 117

Chương V. SÓNG ÁNH SÁNG

Bài 15. Tán sắc ánh sáng 119
Bài 16. Giao thoa ánh sáng 125
Bài 17. Các loại quang phổ. Bức xạ không nhìn thấy 133
Ôn tập chương V 140

Chương VI. LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

Bài 18. Hiện tượng quang điện. Thuyết lượng tử ánh sáng 144
Bài 19. Mẫu nguyên tử Bo. Quang phổ vạch của nguyên tử hiđro 151
Bài 20. Hiện tượng quang điện trong. Sự phát quang. Laze 156
Ôn tập chương VI 162

Chương VII. HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

Bài 21. Cấu tạo hạt nhân. Độ hụt khối. Năng lượng liên kết hạt nhân ... 165
Bài 22. Phản ứng hạt nhân 170
Bài 23. Phóng xạ 174
Bài 24. Phản ứng phân hạch. Phản ứng nhiệt hạch 180
Ôn tập chương VII 185

Chương VIII. TỪ VI MÔ ĐẾN VĨ MÔ

Bài 25. Các hạt sơ cấp 189
Bài 26. Cấu tạo vũ trụ 192
Ôn tập chương VIII 197

HƯỚNG DẪN GIẢI, ĐÁP SỐ VÀ ĐÁP ÁN CÁC BÀI TẬP 200

ĐỀ ÔN LUYỆN

Đề 1 240
Đề 2 255
Đề 3 271

LỜI NÓI ĐẦU

Bắt đầu từ năm học 2009 – 2010, Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành tài liệu *ướng dẫn thực hiện chuẩn kiến thức, kĩ năng môn Vật lí* đã được quy định trong *hương trình Vật lí Trung học phổ thông*. Để tạo điều kiện thuận lợi cho các bạn ọc sinh lớp 12 học tập, luyện tập và ôn luyện cho kì thi tốt nghiệp Trung học hổ thông và thi tuyển vào các trường đại học, cao đẳng chúng tôi biên soạn uốn sách ***Bài giảng trọng tâm chương trình chuẩn môn Vật lí 12***.

Nội dung cuốn sách, trình tự sắp xếp cũng như các kĩ năng làm bài đều theo y chuẩn yêu cầu của Bộ Giáo dục và Đào tạo. Cụ thể, nội dung các chương ược sắp xếp theo thứ tự :

- Chuẩn kiến thức, kĩ năng cần đạt.
- Nội dung các chương được cấu trúc thành các bài học (đánh số thứ tự từ 1 ến 26), tương ứng với các chủ đề ghi trong Chương trình Vật lí lớp 12.

Mỗi bài học gồm các mục sau :

I. *Kiến thức cơ bản*, trình bày các kiến thức cơ bản, trọng tâm. Trong một số ài học có một vài đoạn in chữ nhỏ, nhằm mở rộng thêm một vài kiến thức để iúp học sinh chuẩn bị đầy đủ hơn cho kì thi tuyển sinh vào các trường đại học, ao đẳng.

II. *Bài tập vận dụng*, trình bày các *Ví dụ* (xem như *bài tập mẫu*) dưới dạng ự luận và trắc nghiệm (có kèm theo *Bài giải, Hướng dẫn chọn đáp án*) giúp học inh vận dụng các kiến thức cơ bản ở mục I để giải các loại bài tập.

III. *Bài tập luyện tập*, gồm các bài tập (tự luận, trắc nghiệm) để học sinh tự iải.

Cuối mỗi chương có *Ôn tập chương* gồm các bài tập ôn tập để học sinh tự lực ận dụng tất cả các kiến thức đã học trong chương.

Cuối các chương có mục *Hướng dẫn giải, đáp án* tất cả các bài tập thuộc mục *ài tập luyện tập* và *Ôn tập chương*.

Cuối cuốn sách có giới thiệu một số *Đề ôn luyện, có cấu trúc như các Đề thi uốc gia* của Bộ Giáo dục và Đào tạo, giúp học sinh luyện tập giải các đề thi. Cuối mỗi đề đều có Hướng dẫn chọn đáp án và Đáp án.

Để sử dụng cuốn sách có hiệu quả, sau khi đã nắm được *Kiến thức cơ bản* và *ài tập vận dụng, các bạn học sinh nên tự lực làm các bài tập trong phần Bài ập luyện tập và Ôn tập chương*, sau đó mới đối chiếu kết quả tìm được với *Hướng ẫn giải, đáp án* của cuốn sách. Sau khi luyện tập xong tất cả các chương, các ạn hãy tự lực làm một số Đề ôn luyện và đối chiếu với đáp án ở cuối mỗi đề.

Nếu các bạn tự lực làm được các *Bài tập luyện tập, Ôn tập chương* và *Đề ôn luyện* thì chắc chắn các bạn sẽ đạt được kết quả cao trong các kì thi sắp tới.

Chúc các bạn thành công.

Tác giả

Chương I. DAO ĐỘNG CƠ

CHUẨN KIẾN THỨC, KĨ NĂNG CẦN ĐẠT

Kiến thức

- Phát biểu được định nghĩa dao động điều hòa.
- Nêu được li độ, biên độ, tần số, chu kì, pha, pha ban đầu.
- Nêu được quá trình biến đổi năng lượng trong dao động điều hòa.
- Viết được phương trình động lực học và phương trình dao động điều hò của con lắc lò xo và con lắc đơn.
- Viết được công thức tính chu kì (hoặc tần số) dao động điều hòa của co lắc lò xo và con lắc đơn. Nêu được ứng dụng của con lắc đơn trong việc xá định gia tốc rơi tự do.
- Trình bày được nội dung của phương pháp giản đồ Fre-nen.
- Nêu được cách sử dụng phương pháp giản đồ Fre-nen để tổng hợp hai da động điều hòa cùng tần số và cùng phương dao động.
- Nêu được dao động riêng, dao động tắt dần, dao động cưỡng bức là gì.
- Nêu được điều kiện để hiện tượng cộng hưởng xảy ra.
- Nêu được các đặc điểm của dao động tắt dần, dao động cưỡng bức, da động duy trì.

Kĩ năng

- Giải được những bài toán đơn giản về dao động của con lắc lò xo và co lắc đơn.
- Biểu diễn được một dao động điều hòa bằng vectơ quay.
- Xác định chu kì dao động của con lắc đơn và gia tốc rơi tự do bằng thí nghiệm.

BÀI 1 DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA TỔNG HỢP DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Dao động cơ

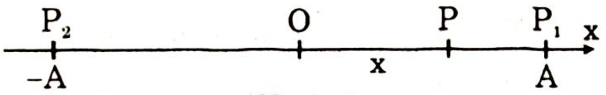
Dao động cơ là chuyển động qua lại *quanh một vị trí cân bằng*, chẳng hạ chiếc thuyền nhấp nhô tại chỗ neo đậu quanh vị trí của thuyền khi nó đứn yên (vị trí cân bằng). Dao động cơ của một vật có thể là *tuần hoàn* hoặ không tuần hoàn. Nếu sau những khoảng thời gian bằng nhau, gọi là *chu kì*, vật trở lại vị trí cũ với vận tốc như cũ thì dao động của vật là *dao động tuần hoàn*. Dao động tuần hoàn đơn giản nhất là dao động điều hòa.

2. Dao động điều hòa

a) Định nghĩa

Chọn trục tọa độ Ox, *gốc O tại vị trí cân bằng* của vật (Hình 1.1). Tọa độ x của vật dao động dọc theo trục Ox tính từ vị trí cân bằng gọi là *li độ*. *Dao động điều hòa là dao động trong đó li độ của vật là một hàm cosin (hay sin) của thời gian :*

$$x = A\cos(\omega t + \varphi)$$

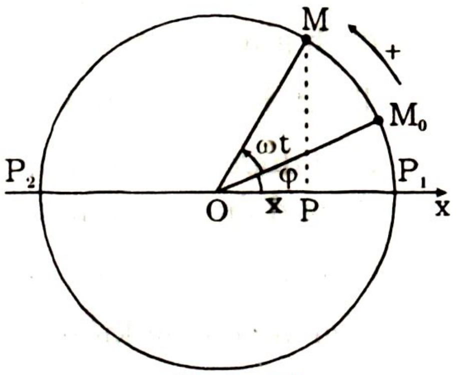


Hình 1.1

Phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ được gọi là *phương trình của dao động điều hòa.*

b) Mối liên hệ giữa dao động điều hòa của điểm P và chuyển động tròn đều (với tốc độ góc ω) của điểm M (Hình 1.2)

Điểm P dao động điều hòa trên một đoạn thẳng luôn luôn có thể coi là hình chiếu của một điểm M chuyển động tròn đều lên đường kính của đoạn thẳng đó. Khi điểm M chuyển động được một vòng thì điểm P thực hiện được một *dao động toàn phần* và trở lại vị trí cũ theo hướng cũ.



Hình 1.2

c) Các đại lượng đặc trưng của dao động điều hòa

Trong phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ thì :

+ A là *biên độ dao động*, đó là giá trị cực đại của li độ x ứng với lúc $\cos(\omega t + \varphi) = 1$ (vị trí biên). Biên độ luôn luôn dương.

+ $\omega t + \varphi$ là *pha của dao động* tại thời điểm t, có đơn vị là rađian (rad). Với một biên độ đã cho, pha là đại lượng xác định li độ x của dao động.

+ φ là *pha ban đầu* (pha tại thời điểm t = 0) có thể dương, âm hoặc bằng 0. Trong một chuyển động cụ thể thì A và φ có giá trị xác định, tùy theo cách kích thích dao động.

+ *Chu kì* của dao động điều hòa, kí hiệu T, là khoảng thời gian để thực hiện một dao động toàn phần : $T = \dfrac{2\pi}{\omega}$ (đơn vị là giây (s)).

+ *Tần số* của dao động điều hòa, kí hiệu f, là số dao động toàn phần thực hiện được trong một giây, có đơn vị là héc (Hz) hoặc $1.s^{-1}$.

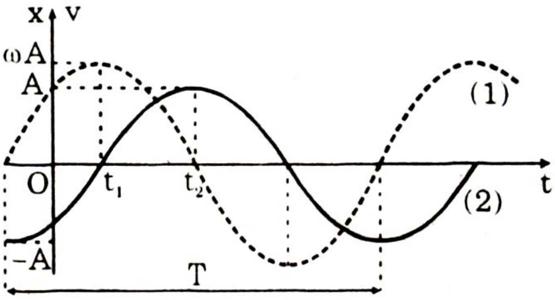
+ *Hệ thức* : $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = 2\pi f$.

3. Vận tốc và gia tốc trong dao động điều hòa. Lực kéo về

a) *Vận tốc trong dao động điều hòa*

$$v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) = \omega A\cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$

Vận tốc biến thiên điều hòa sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với li độ.



Hình 1.3

Đồ thị vận tốc (đường đứt nét (1)) đối chiếu với đồ thị li độ (đường liền nét (2)) được vẽ trên hình 1.3.

Ở vị trí giới hạn (vị trí biên) $x = \pm A$ thì vận tốc có giá trị bằng 0. Ở vị trí cân bằng $x = 0$, vận tốc có độ lớn cực đại, bằng ωA :

$$|v_{max}| = \omega A$$

+ Hệ thức giữa x, v và ω : $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$.

b) *Gia tốc trong dao động điều hòa*

$$a = x'' = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x$$

Gia tốc luôn luôn ngược dấu với li độ (biến thiên ngược pha với li độ) và có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của li độ.

c) Lực tác dụng lên vật dao động điều hòa $F = ma = -m\omega^2 x = -kx$ luôn luôn hướng về vị trí cân bằng, gọi là *lực kéo về*.

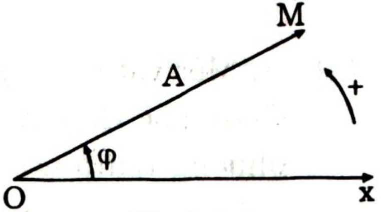
4. Phương trình động lực học của dao động điều hòa

Phương trình dao động điều hòa $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ là nghiệm của phương trình $x'' + \omega^2 x = 0$. Đó là *phương trình động lực học của dao động điều hòa.*

5. Vectơ quay. Tổng hợp dao động

a) *Vectơ quay*

Để biểu diễn dao động điều hòa, người ta dùng *một vectơ $\overrightarrow{OM}$ có độ dài là A (biên độ) quay đều quanh điểm O trong mặt phẳng chứa trục Ot với tốc độ góc ω và vẽ vectơ quay tại thời điểm ban đầu t = 0, khi đó góc giữa trục Ox và $\overrightarrow{OM}$ là φ (pha ban đầu).* (Chọn chiều dương là chiều dương của đường tròn lượng giác) (Hình 1.4).



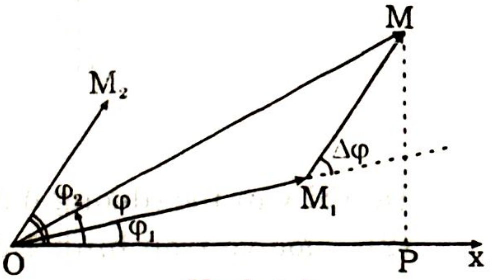
Hình 1.4

Vào thời điểm t, góc giữa trục Ox và $\overrightarrow{OM}$ sẽ là $\omega t + \varphi$, hình chiếu trên trục x của vectơ quay $\overrightarrow{OM}$ chính là li độ x của dao động điều hòa.

b) Tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương dao động, cùng tần số. Phương pháp giản đồ Fre-nen.

Để tìm dao động tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số : $x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$ và $x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$ người ta dùng *phương pháp giản đồ Fre-nen.*

- Lần lượt vẽ hai vectơ quay $\overrightarrow{OM_1}$ và $\overrightarrow{OM_2}$ biểu diễn hai dao động x_1 và x_2 (Hình 1.5). Vectơ $\overrightarrow{OM} = \overrightarrow{OM_1} + \overrightarrow{OM_2}$ có hình chiếu trên trục Ox là tổng của x_1 và x_2 ($x = x_1 + x_2$), nên $\overrightarrow{OM}$ chính là vectơ quay biểu diễn dao động tổng hợp x. Vectơ $\overrightarrow{OM}$ quay đều quanh O với tốc độ góc cũng bằng ω. Như vậy *dao động tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương dao động, cùng tần số là một dao động điều hòa cùng phương dao động, cùng tần số với hai dao động đó.*



Hình 1.5

- Phương trình dao động tổng hợp : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$,

với $$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}$$

- Đại lượng $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ là *độ lệch pha* của hai dao động thành phần. Nếu $\Delta\varphi > 0$ hay $\varphi_2 > \varphi_1$, ta nói dao động x_2 *sớm pha* hơn dao động x_1 (hoặc dao động x_1 *trễ pha* hơn dao động x_2) một góc $\Delta\varphi$.
  - + Nếu $\Delta\varphi = 2n\pi$ ($n = 0; \pm1; \pm2; ...$) thì hai dao động *cùng pha*, biên độ dao động tổng hợp là lớn nhất và bằng tổng hai biên độ $A = A_1 + A_2$.
  - + Nếu $\Delta\varphi = (2n + 1)\pi$ ($n = 0; \pm1; \pm2; ...$) thì hai dao động *ngược pha*, biên độ dao động tổng hợp nhỏ nhất và bằng $A = |A_1 - A_2|$.
  - + Nói chung $|A_1 - A_2| \le A < A_1 + A_2$.

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

í dụ 1. Một vật dao động điều hòa với biên độ A = 2cm, tần số góc $\omega = 3{,}14$ rad/s. Chọn gốc thời gian là lúc vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Viết phương trình dao động của vật.

Bài giải

- *Cách 1* : Phương trình tổng quát của dao động điều hòa là :

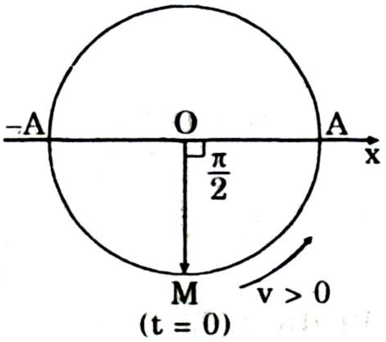
$$x = A\cos(\omega t + \varphi)$$

Theo đề bài, lúc t = 0, x = 0 và v > 0

$$t = 0 \begin{cases} 0 = A\cos\varphi \Rightarrow \varphi = \pm\dfrac{\pi}{2} \\ v_0 = -A\omega\sin\varphi > 0 \Rightarrow \text{chọn } \varphi = -\dfrac{\pi}{2} \end{cases}$$

Ta có : $x = 2\cos\left(3{,}14t - \dfrac{\pi}{2}\right)(\text{cm})$.

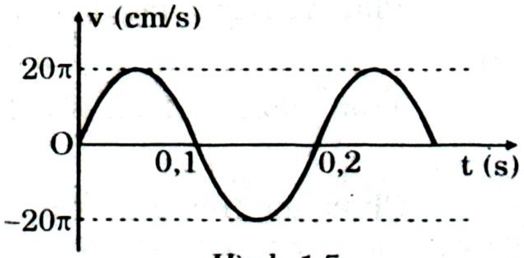
- *Cách 2* : Hình chiếu trên trục Ox của vectơ quay $\vec{OM}$ (có độ dài A, tốc độ góc ω) biểu diễn dao động điều hòa, chính là li độ x của dao động.
  Theo đề bài, lúc t = 0, x = 0 và v > 0, ứng với vectơ quay $\overline{OM}$ vuông góc với trục Ox, hướng xuống, nên pha ban đầu $\varphi = -\dfrac{\pi}{2}$ (Hình 1.6).



Hình 1.6

Vậy : $x = 2\cos\left(3{,}14t - \dfrac{\pi}{2}\right)(\text{cm})$.

Ví dụ 2. Một vật dao động điều hòa có đồ thị vận tốc theo thời gian như hình 1.7. Viết phương trình dao động của vật.



Hình 1.7

Bài giải

Từ đồ thị vận tốc, suy ra :

- Chu kì : T = 0,2s

  $\Rightarrow \quad \omega = \dfrac{2\pi}{T} = 10\pi$ rad/s

- Độ lớn cực đại của vận tốc : $|v_{max}| = \omega A = 20\pi$ cm/s

  Suy ra, biên độ dao động : A = 2cm.

  Biểu thức của vận tốc : $v = 20\pi\sin\pi t = 20\pi\cos\left(10\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)$ (cm/s)

  Li độ biến thiên điều hòa trễ pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với vận tốc nên :

$$x = 2\cos(10\pi t - \pi)\ (\text{cm}).$$

Cách khác : Đối chiếu với phương trình vận tốc $v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) = \omega A\cos\left(\omega t + \varphi + \dfrac{\pi}{2}\right)$, ta có : $\varphi + \dfrac{\pi}{2} = -\dfrac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi = -\pi$. Do đó phương trình dao động của vật là : $x = 2\cos(10t - \pi)$ (cm).

Ví dụ 3. Một vật dao động điều hòa có phương trình dao động là :

$x = 2\cos\left(\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$, (x tính bằng cm, t tính bằng s), lấy $\pi^2 \approx 10$.

Vận tốc của vật khi vật có li độ x = 1cm có độ lớn bằng bao nhiêu ?

Bài giải

Từ hệ thức giữa x, v và ω : $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$, suy ra :

$$|v| = \omega\sqrt{A^2 - x^2} = \pi\sqrt{2^2 - 1^2} = \pi\sqrt{3} \approx 5{,}44 \text{ cm/s}.$$

Cách khác : Ta có $v = x' = -2\pi\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$

Theo đề bài : $x = 2\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right) = 1.$

Từ đó $\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right) = \frac{1}{2}$ và $\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right) = \sqrt{1 - \left(\frac{1}{2}\right)^2} = \pm\frac{\sqrt{3}}{2}$.

Do đó : $|v| = 2\pi\left|\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right)\right| = 2\pi.\frac{\sqrt{3}}{2} = \pi\sqrt{3} \approx 5{,}44$ cm/s.

Ví dụ 4. Một vật dao động điều hòa với biên độ 4cm, tần số 20Hz. Chọn gố thời gian là lúc vật có li độ $2\sqrt{3}$ cm và chuyển động ngược chiều với chiề dương đã chọn. Viết phương trình dao động của vật.

Bài giải

Phương trình dao động có dạng : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

$$\Rightarrow \text{Vận tốc } v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$$

Trong đó A = 4cm, $\omega = 2\pi f = 40\pi$ rad/s

Chọn gốc thời gian t = 0 là lúc $x = 2\sqrt{3}$ cm và $v < 0$ $\Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = +\frac{\sqrt{3}}{2} \\ \sin\varphi > 0 \end{cases}$

Suy ra phương trình dao động của vật là : $x = 4\cos\left(40\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm).

Ví dụ 5. Một chất điểm dao động điều hòa với phương trình :

$x = 4\cos\left(50t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm/s). Tính quãng đường mà chất điểm đi được sa khoảng thời gian $t = \frac{\pi}{12}$s, kể từ t = 0.

Bài giải

Ta có : $T = \frac{2\pi}{50} = \frac{\pi}{25}$ (s) và $\frac{t}{T} = \frac{\pi}{12}.\frac{50}{2\pi} = 2 + \frac{1}{12} \Rightarrow t = 2T + \frac{T}{12}$

- Sau hai chu kì, chất điểm đã đi được : $s_{2T} = 8A = 32$cm
- Sau $\frac{T}{12} = \frac{\pi}{300}$ (s), kể từ lúc t = 0, chất điểm đi từ vị trí cân bằng đến vị tı có li độ $x = 4\cos\left(50.\frac{\pi}{300} - \frac{\pi}{2}\right) = 4\cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = 2$cm.

Vì vậy, quãng đường mà chất điểm đi được sau một khoảng thời gian $t = \frac{\pi}{12}$s, kể từ $t = 0$ là : $s = s_{2T} + s_{\frac{T}{12}} = 32 + 2 = 34$cm.

í dụ 6. Hai dao động điều hòa cùng phương, có phương trình lần lượt là :

$$x_1 = 2\cos\pi t \text{ (cm)} \quad \text{và} \quad x_2 = 2\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)\text{(cm)}.$$

Hãy tìm phương trình của dao động tổng hợp.

Bài giải

- *Cách 1* : Do x_1 và x_2 vuông pha nhau và $A_1 = A_2 = 2$cm, nên :

$$A = A_1\sqrt{2} = 2\sqrt{2} \text{ cm}$$

$$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} = \frac{2.0 + 2.1}{2.1 + 2.0} = 1 \quad \Rightarrow \quad \varphi = \frac{\pi}{4}$$

Vậy : $x = 2\sqrt{2}\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$(cm).

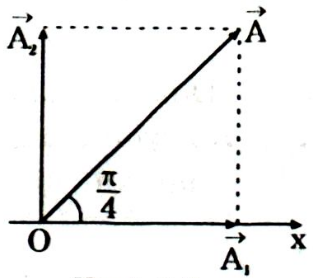
- *Cách 2* : Phương pháp giản đồ Fre-nen (Hình 1.8)

$$x_1 = 2\cos\pi t \text{ (cm)} \quad \Leftrightarrow \quad \vec{A}_1 \ (A_1 = 2;\ \varphi_1 = 0)$$

$$x_2 = 2\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)\text{(cm)} \quad \Leftrightarrow \quad \vec{A}_2 \ (A_2 = 2;\ \varphi_2 = +\frac{\pi}{4})$$

$$x = x_1 + x_2 \quad \Leftrightarrow \quad \vec{A} = \vec{A}_1 + \vec{A}_2$$

Từ giản đồ Fre-nen, suy ra : $\vec{A}$ $(A = 2\sqrt{2};\ \varphi = +\frac{\pi}{4})$



Hình 1.8

Vậy : $x = 2\sqrt{2}\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$(cm).

í dụ 7. Câu nào sau đây là ***sai*** khi nói về dao động điều hòa ?

A. Dao động có li độ biến thiên theo định luật dạng sin (hay cosin) với thời gian gọi là dao động điều hòa.

B. Lực kéo về tác dụng lên vật dao động điều hòa biến thiên điều hòa cùng tần số với vật.

C. Chu kì của vật dao động điều hòa phụ thuộc biên độ dao động.

D. Vectơ vận tốc $\vec{v}$ của vật dao động điều hòa biến thiên theo định luật dạng sin (hay cosin) đối với thời gian.

Hướng dẫn chọn đáp án

Trong dao động điều hòa chu kì (hoặc tần số) của vật không phụ thuộc vào biên độ. *Chọn C.*

í dụ 8. Câu nào sau đây là đúng khi nói về tính chất của dao động điều hòa ?

A. Khi vật dao động điều hòa đi qua vị trí biên thì gia tốc triệt tiêu.

B. Gia tốc trong dao động điều hòa luôn luôn tỉ lệ và trái dấu với li độ.

C. Chu kì của hệ dao động điều hòa phụ thuộc vào biên độ dao động.

D. Vectơ vận tốc đổi chiều khi vật dao động điều hòa đi qua vị trí cân bằng.

Hướng dẫn chọn đáp án

Gia tốc trong dao động điều hòa luôn luôn tỉ lệ và trái dấu với li độ.

Chọn B.

Ví dụ 9. Một vật dao động điều hòa với biên độ 4cm. Khi nó có li độ là 2cm th vận tốc là 1 m/s. Tần số dao động là :

A. 1Hz B. 1,2Hz C. 3Hz D. 4,6Hz.

Hướng dẫn chọn đáp án

Từ hệ thức $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$, suy ra $v^2 = \omega^2(A^2 - x^2)$

$$\Rightarrow \quad 1^2 = \omega^2(16 - 4).10^{-4} \quad \Rightarrow \quad \omega = \frac{10^2}{\sqrt{12}} = 28{,}87\text{rad/s}$$

$$\Rightarrow \quad f = 4{,}6\text{Hz}.$$ *Chọn D.*

Ví dụ 10. Một vật dao động điều hòa với phương trình : $x = 9\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$(cm).

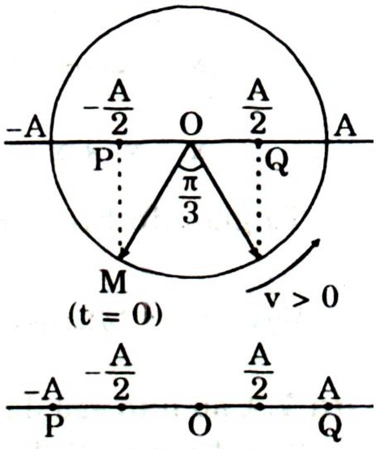
Khi vật đi từ vị trí P ($x_P = -4{,}5$cm) đến vị trí Q ($x_Q = +4{,}5$cm) thì tốc đ trung bình của vật là :

A. 2,7 cm/s B. 27 cm/s C. 3 cm/s D. 0 cm/s.

Hướng dẫn chọn đáp án

Dựa vào mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều (Hình 1.9), ta suy ra thời gian vật đi từ vị trí P ($x_P = -4{,}5$cm) đến vị trí Q ($x_Q = +4{,}5$cm) bằng $t = \frac{\frac{\pi}{3}}{2\pi}T = \frac{T}{6} = \frac{1}{3}$s.

Mặt khác : PQ = 4,5 + 4,5 = 9cm nên tốc độ trung bình là : $v_{tb} = \frac{s}{t} = \frac{9}{\frac{1}{3}} = 27$ cm/s. *Chọn B.*



Hình 1.9

Ví dụ 11. Hai dao động điều hòa cùng phương có các phương trình dao độn tương ứng là $x_1 = 5\cos\left(3\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$(cm) và $x_2 = 5\sin\left(3\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$(cm). Dao độn tổng hợp có phương trình là :

A. $x = 5\sqrt{3}\sin\left(3\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$(cm) B. $x = 5\sqrt{3}\sin\left(3\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$(cm)

C. $x = 5\sin\left(3\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$(cm) D. x = 0 (cm).

Hướng dẫn chọn đáp án

x_1 và x_2 vuông pha nhau; $A_1 = A_2 = 5$cm. Suy ra : $A = A_1\sqrt{2} = 5\sqrt{2}$ cm; $\varphi = \frac{\pi}{4}$

Vậy : $x = 5\sqrt{2}\sin\left(3\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$(cm). *Chọn A.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

1.1. Một chất điểm dao động điều hòa với chu kì $T = 0,5s$. Viết phương trình dao động của chất điểm, chọn gốc tọa độ ở vị trí cân bằng của chất điểm, gốc thời gian là lúc chất điểm có li độ $x = -4cm$ và vận tốc có giá trị bằng $v = +16\pi$ cm/s.

1.2. Một vật dao động điều hòa với phương trình dao động $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ (cm). Xác định tần số góc ω và biên độ A của dao động. Cho biết trong khoảng thời gian $\frac{1}{60}$s đầu tiên, vật đi từ vị trí có li độ $x_0 = +A$ đến vị trí $x = +\frac{A\sqrt{3}}{2}$ theo chiều âm, và tại điểm cách vị trí cân bằng 2cm, vật có vận tốc $20\sqrt{3}$ cm/s.

1.3. Một vật dao động điều hòa với biên độ 3cm, chu kì 2s. Chọn gốc thời gian là lúc vật đạt li độ cực đại bằng +3cm. Phương trình dao động của vật là :

A. $x = 3\cos\pi t$ (cm)
B. $x = 3\sin\pi t$ (cm)
C. $x = 3\sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$(cm)
D. $x = 3\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$(cm).

1.4. Một chất điểm dao động điều hòa trên đoạn thẳng MN dài 12cm với tần số 2Hz. Chọn gốc thời gian là lúc chất điểm có li độ $3\sqrt{3}$ cm và chuyển động ngược chiều với chiều dương đã chọn. Phương trình dao động của vật là :

A. $x = 6\sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$(cm)
B. $x = 6\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$(cm)
C. $x = 6\sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$(cm)
D. $x = 6\cos\left(4\pi t + \frac{5\pi}{6}\right)$(cm).

1.5. Một chất điểm dao động điều hòa với tần số 5Hz trên quỹ đạo là một đoạn thẳng dài 8cm. Vận tốc của chất điểm có độ lớn cực đại bằng :

A. 40 cm/s
B. 20 cm/s
C. 1,26 m/s
D. 1,54 m/s.

1.6. Một chất điểm dao động điều hòa với phương trình $x = 5\cos4\pi t$ (cm) Quãng đường chất điểm đi được trong thời gian 3s kể từ lúc $t_0 = 0$ là :

A. 12cm
B. 15cm
C. 2,4m
D. 1,2m.

1.7. Hai dao động điều hòa cùng tần số, cùng phương và có cùng biên độ là 5cm. Biên độ của dao động tổng hợp là $5\sqrt{3}$ cm. Độ lệch pha của hai dao động thành phần là :

A. $\frac{\pi}{6}$rad
B. $\frac{\pi}{3}$rad
C. $\frac{\pi}{2}$rad
D. πrad.

1.8. Hai dao động điều hòa cùng phương, có các phương trình dao động là :

$$x_1 = 2,5\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right)\text{(cm)},\quad x_2 = 2,5\cos(\pi t)\text{ (cm)}.$$

Biên độ của dao động tổng hợp là :

A. $5\sqrt{3}$ cm
B. $2,5\sqrt{3}$ cm
C. 5cm
D. 2,5cm.

BÀI 2 CON LẮC LÒ XO

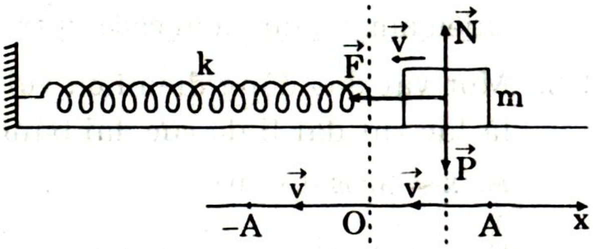
I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Con lắc lò xo

Con lắc lò xo là một vật nặng gắn vào đầu một lò xo có khối lượng không đáng kể, đầu kia của lò xo cố định (Hình 2.1).

2. Phương trình dao động của con lắc lò xo

Vị trí cân bằng O của vật là vị trí khi lò xo không biến dạng. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng một đoạn nhỏ rồi buông tay, vật dao động trên một đoạn thẳng quanh vị trí cân bằng (Hình 2.1).



Hình 2.1

Vì trọng lực $\vec{P}$ và phản lực $\vec{N}$ tác dụng vào vật cân bằng nhau nên hợp lực $\vec{F}$ tác dụng vào vật là lực đàn hồi F = –kx của lò xo (có vai trò lực kéo về) : $mx'' = -kx$.

Phương trình động lực học của dao động : $x'' + \frac{k}{m}x = 0$ hay $x'' + \omega^2 x = 0$

với $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ là tần số góc của dao động.

Phương trình dao động : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Chu kì dao động của con lắc lò xo : $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.

3. Cơ năng của con lắc lò xo

Thế năng (đàn hồi) W_t của con lắc :

$$W_t = \frac{kx^2}{2} = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\cos^2(\omega t + \varphi)$$

Động năng $W_đ$ của con lắc :

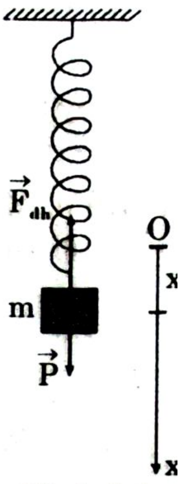
$$W_đ = \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2(\omega t + \varphi)$$

Động năng và thế năng *biến đổi tuần hoàn* theo thời gian với tần số góc bằng 2ω và với chu kì $T = \pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.

Cơ năng của con lắc lò xo :

$$W = W_đ + W_t = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mv^2_{max}$$

Cơ năng của con lắc lò xo tỉ lệ với bình phương của biên độ dao động. Khi không có ma sát, *cơ năng của con lắc lò xo được bảo toàn.*



Hình 2.2

4. Trường hợp con lắc lò xo (treo) thẳng đứng (Hình 2.2)

- Vật nặng chịu tác dụng của hợp lực $\vec{F}$, của trọng lực $\vec{P}$ và lực đàn hồi $\vec{F}_{dh}$ ($F_{dh} = -k(x + \Delta l)$, với Δl là độ dãn của lò xo tại vị trí cân bằng O, $\Delta l = \frac{mg}{k}$) :

$$F = -kx.$$

- Tần số góc và chu kì dao động của con lắc lò xo thẳng đứng :

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}, \qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

- Thế năng W_t của vật dao động bao gồm thế năng trọng trường W_{tt} và th năng đàn hồi $\left(W_{dh} = \frac{1}{2}k(x + \Delta l)^2\right)$. *Cơ năng của con lắc lò xo thẳng đứn có biểu thức* : $W = \frac{1}{2}k(A + \Delta l)^2$, *được bảo toàn* (chọn mốc tính thế năn trọng trường tại vị trí biên dưới).

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Một con lắc lò xo gồm vật nặng có khối lượng m và lò xo có độ cứn k = 20 N/m dao động với chu kì 2s.

a) Tính khối lượng m của vật dao động.

b) Nếu treo thêm một gia trọng sao cho khối lượng của con lắc tăng lên gấ 2,25 lần so với lúc đầu thì chu kì dao động của con lắc thay đổi thế nào ?

Bài giải

a) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad \Rightarrow \quad m = \frac{kT^2}{4\pi^2} = \frac{20.2^2}{4\pi^2} \approx 2kg$

b) Khi khối lượng tăng lên gấp 2,25 lần thì chu kì là : $T' = 2\pi\sqrt{\frac{2,25m}{k}} = 1,5T$ tăng 1,5 lần tức là bằng 3s.

Ví dụ 2. Một con lắc lò xo có biên độ dao động 5cm, có vận tốc cực đại 1,2 m/s và có cơ năng 1J. Tính độ cứng của lò xo, khối lượng của vật nặng và tần số dao động của con lắc.

Bài giải

Từ biểu thức của cơ năng $W = \frac{1}{2}kA^2$, ta có : $k = \frac{2W}{A^2} = \frac{2.1}{(0,05)^2} = 800$ N/m

Mặt khác, từ $W = \frac{1}{2}mv_{max}^2$, ta có : $m = \frac{2W}{v_{max}^2} = \frac{1.2}{(1,2)^2} \approx 1,388 \approx 1,39$kg

Tần số góc của dao động : $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \approx 24$ rad/s

Tần số dao động : $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{24}{6{,}28} \approx 3{,}82$Hz.

Ví dụ 3. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, dao động với phương trình $x = 4\cos 5t$ (cm). Ở thời điểm đầu tiên t_1, kể từ lúc $t = 0$, thế năng bằng ba lần động năng thì vật có li độ bao nhiêu ?

Bài giải

$$W_t = 3W_d = \frac{3}{4}W \quad \Rightarrow \quad x_1^2 = \frac{3}{4}A^2 \quad \Rightarrow \quad x_1 = \pm\frac{\sqrt{3}}{2}A = \pm 2\sqrt{3}\text{ cm}.$$

Từ phương trình dao động $x = 4\cos 5t$ (cm) ta thấy : kể từ lúc bắt đầu dao động, vật đi lên từ vị trí biên dưới. Như vậy thời điểm đầu tiên t_1 (kể từ lúc bắt đầu dao động) khi thế năng bằng ba lần động năng là ứng với vận tốc $v < 0$, khi đó $x_1 = +2\sqrt{3}$ cm = +3,46cm.

Từ $x_1 = 4\cos 5t_1 = 2\sqrt{3}$, ta có : $\cos 5t_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} = \cos\frac{\pi}{6}$

do đó : $t_1 = \frac{\pi}{30} \approx 0{,}105$s.

Ví dụ 4. Một con lắc lò xo thẳng đứng, đầu dưới có một vật m dao động với biên độ 10cm và tần số 1Hz. Tính tỉ số giữa lực cực đại và cực tiểu tác dụng vào điểm treo trong quá trình dao động. Lấy $g = 10$ m/s^2.

Bài giải

$$\omega^2 = \frac{k}{m} = \frac{g}{\Delta l} \quad \Rightarrow \quad \Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{40} = 0{,}25\text{m}$$

Với con lắc lò xo thẳng đứng, lực cực đại tác dụng vào điểm treo là $F_{max} = mg + kA = k(\Delta l + A)$ và lực cực tiểu là $F_{min} = mg - kA = k(\Delta l - A)$.

Do đó : $\frac{F_{max}}{F_{min}} = \frac{k(\Delta l + A)}{k(\Delta l - A)} = \frac{\Delta l + A}{\Delta l - A} = \frac{7}{3}$.

Ví dụ 5. Dao động điều hòa của con lắc lò xo không có tính chất nào sau đây ?

A. Li độ biến thiên theo quy luật hình sin hoặc hình cosin đối với thời gian.

B. Chu kì riêng phụ thuộc vào đặc tính của hệ.

C. Cơ năng không đổi và tỉ lệ với bình phương biên độ.

D. Vận tốc và gia tốc biến thiên điều hòa với cùng tần số và cùng pha.

Hướng dẫn chọn đáp án

Vận tốc và gia tốc biến thiên điều hòa với cùng tần số nhưng không cùng pha. *Chọn D.*

Ví dụ 6. Một con lắc gồm lò xo khối lượng không đáng kể, độ cứng k và một vật có khối lượng m gắn vào đầu lò xo, đầu kia của lò xo được treo vào một điểm cố định. Con lắc dao động điều hòa theo phương thẳng đứng ở nơi có gia tốc trọng trường g. Khi vật ở vị trí cân bằng, độ dãn của lò xo là Δl. Tần số dao động của con lắc được tính bằng công thức :

A. $f = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$ B. $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\Delta l}{g}}$ C. $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$ D. $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\Delta l}}$.

Hướng dẫn chọn đáp án

Tại vị trí cân bằng : $mg = k\Delta l$, từ đó : $\frac{k}{m} = \frac{g}{\Delta l}$

Tần số dao động : $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\Delta l}}$. *Chọn D.*

Ví dụ 7. Một vật có khối lượng m treo vào lò xo có độ cứng k. Kích thích cho vật dao động điều hòa với biên độ 2cm thì chu kì dao động của nó là T = 0,2s. Nếu kích thích cho vật dao động điều hòa với biên độ 4cm thì chu kì dao động của nó là :

A. 0,2s B. 0,5s C. 0,4s D. 0,3s.

Hướng dẫn chọn đáp án

Chu kì dao động riêng của con lắc lò xo không phụ thuộc biên độ. *Chọn A.*

Ví dụ 8. Một chất điểm dao động điều hòa theo phương nằm ngang. Chất điểm đổi chiều chuyển động khi hợp lực tác dụng lên chất điểm :

A. đổi chiều. B. bằng không.

C. có độ lớn cực đại. D. ngược chiều chuyển động.

Hướng dẫn chọn đáp án

Vật đổi chiều chuyển động khi vật đến vị trí biên ($x = \pm A$, $v = 0$), ở vị trí này hợp lực tác dụng lên vật đạt giá trị cực đại. *Chọn C.*

Ví dụ 9. Một con lắc lò xo, nếu tần số của nó tăng 4 lần và biên độ của nó giảm 2 lần thì năng lượng của nó :

A. không đổi. B. giảm 2 lần. C. giảm 4 lần. D. tăng 4 lần.

Hướng dẫn chọn đáp án

Lúc đầu : $W = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$

Lúc sau : Khi f tăng 4 lần thì ω tăng 4 lần, biên độ lúc sau : $A_1 = \frac{A}{2}$

$$W_1 = \frac{1}{2}k_1A_1^2 = \frac{1}{2}m\omega_1^2A_1^2 = \frac{1}{2}m.16\omega^2\frac{A^2}{4} = 4.\frac{1}{2}m\omega^2A^2 = 4W$$

Vậy, năng lượng của con lắc lò xo tăng 4 lần. *Chon D.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

2.1. Một vật nhỏ, khối lượng m gắn vào đầu một lò xo, khối lượng của lò xo không đáng kể, đầu kia của lò xo treo vào một điểm cố định O. Vật dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với tần số f = 2,5Hz. Trong quá trình dao động, độ dài của lò xo biến thiên từ l_1 = 20cm đến l_2 = 24cm. Viết phương trình dao động của vật.

2.2. Hai lò xo có cùng chiều dài tự nhiên. Khi treo vật m = 200g bằng lò xo có độ cứng k_1 thì nó dao động với chu kì T_1 = 0,3s. Thay lò xo có độ cứng k_2 thì chu kì là T_2 = 0,4s. Nối hai lò xo song song với nhau rồi treo vật m vào phía dưới thì chu kì dao động là bao nhiêu ?

2.3. Một lò xo độ cứng k treo thẳng đứng vào điểm cố định, đầu dưới treo vật có khối lượng m = 100g. Vật dao động điều hòa với tần số f = 5Hz, cơ năng là 0,08J. Lấy g = 10 m/s^2. Tính tỉ số động năng và thế năng tại li độ x = 2cm.

2.4. Một con lắc lò xo dao động điều hòa với tần số 1Hz, biên độ 4cm. Nếu chọn gốc thời gian (t = 0) là lúc vật qua vị trí cân bằng thì quãng đường vật đi được trong 1,25s đầu tiên là :

A. 10cm B. 15cm C. 5cm D. 20cm.

2.5. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm một quả cầu khối lượng m = 0,4kg gắn vào lò xo có độ cứng k. Đầu còn lại của lò xo gắn vào một điểm có định. Khi đứng yên, lò xo dãn 10cm. Tại vị trí cân bằng, người ta truyền cho quả cầu một vận tốc v_0 = 60 cm/s hướng xuống. Lấy g = 10 m/s^2. Biên độ dao động của con lắc là :

A. 6cm B. 0,5cm C. 0,6m D. 0,5m.

2.6. Một con lắc lò xo dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với tần s góc ω tại nơi có gia tốc trọng trường g. Khi qua vị trí cân bằng độ dãn củ lò xo là :

A. $\Delta l = \dfrac{\omega}{g}$ B. $\Delta l = \dfrac{\omega^2}{g}$ C. $\Delta l = \dfrac{g}{\omega^2}$ D. $\Delta l = \dfrac{g}{\omega}$.

2.7. Một con lắc lò xo thẳng đứng dao động điều hòa với chu kì $\frac{\pi}{5}$s. Trong qu trình dao động độ dài của con lắc biến thiên từ 20cm đến 30cm. Lấ g = 10 m/s^2. Độ dài tự nhiên của nó là :

A. 48cm B. 24cm C. 42cm D. 40cm.

2.8. Một con lắc lò xo có độ cứng k = 40 N/m dao động với chu kì 0,314s. Gi tốc có độ lớn cực đại là 12 m/s^2. Năng lượng của nó là :

A. 48mJ B. 9mJ C. 18mJ D. 24mJ.

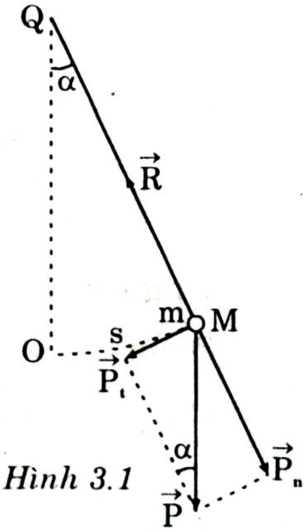
2.9. Con lắc lò xo gồm lò xo có chiều dài tự nhiên 20cm, đầu trên cố định Treo vào đầu dưới một quả cầu có khối lượng 100g. Khi vật cân bằng th lò xo dài 22,5cm. Từ vị trí cân bằng kéo quả cầu theo phương thẳng đứng hướng xuống cho lò xo dài 26,5cm rồi buông không vận tốc đầu. Năng lượng dao động và động năng của quả cầu khi nó ở li độ 2cm là :

A. 32mJ và 2,4mJ B. 3,2mJ và 2,4mJ

C. 1,6mJ và 1,2mJ D. 32mJ và 24mJ.

BÀI 3 CON LẮC ĐƠN

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN



Hình 3.1

1. Con lắc đơn

Con lắc đơn gồm một vật nặng có kích thước nhỏ, có khối lượng m, treo ở đầu một sợi dây mềm không dãn có độ dài *l* và có khối lượng không đáng kể (Hình 3.1).

2. Phương trình dao động của con lắc đơn

Vị trí cân bằng của con lắc là vị trí mà dây treo có phương thẳng đứng. Kéo nhẹ vật nặng cho dây treo lệch khỏi vị trí cân bằng một góc rồi thả ra, con lắc dao động quanh vị trí cân bằng trong mặt phẳng thẳng đứng đi qua điểm treo và vị trí ban đầu của vật. Ở thời điểm t, vị trí của vật được xác định bởi *li độ cong s* ($s = \overset{\frown}{OM}$), hay *li độ góc α* (so với vị trí cân bằng QO); $s = l\alpha$. Vật chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}$ và phản lực $\vec{R}$ của dây treo. Thành phần $\vec{P}_t$ ($P_t = -mg\sin\alpha$) của trọng lực luôn có khuynh hướng kéo vật về vị trí cân bằng O, giống như lực kéo về trong con lắc lò xo.

a) Với những *dao động nhỏ* của con lắc đơn ($\alpha < 10^o$), $\sin\alpha \approx \alpha$ (rad), *phương trình động lực học của dao động* là :

$$s'' + \frac{g}{l}s = 0 \quad \text{hay} \quad \alpha'' + \frac{g}{l}\alpha = 0$$

Con lắc đơn dao động điều hòa, *phương trình dao động* có dạng :

$$s = s_0\cos(\omega t + \varphi); \qquad \alpha = \alpha_0\cos(\omega t + \varphi)$$

với tần số góc $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ và với chu kì $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

b) Chu kì dao động của con lắc đơn thay đổi theo nhiệt độ và theo độ cao (so với mặt đất và theo vĩ độ).

+ Gia tốc trọng trường g phụ thuộc vào độ cao h so với mặt đất :

$$g_h = g_0\left(\frac{R_{TĐ}}{R_{TĐ} + h}\right)^2, \text{ với } g_0 = G\frac{M_{TĐ}}{R_{TĐ}^2}$$

với g_0 là gia tốc trọng trường ở mặt đất, $R_{TĐ}$ là bán kính Trái Đất (thường lấy $R_{TĐ}$ = 6400km), $M_{TĐ}$ là khối lượng Trái Đất, G là hằng số hấp dẫn.

Gia tốc trọng trường còn phụ thuộc vào vĩ độ địa lí.

+ Độ dài l của con lắc có thể phụ thuộc nhiệt độ t^o : $l = l_0(1 + \lambda t^o)$.

3. Cơ năng của con lắc đơn

Thế năng của vật (con lắc) : $W_t = mgl(1 - \cos\alpha) \approx mgl\dfrac{\alpha^2}{2}$

Động năng của vật : $W_đ = \dfrac{mv^2}{2} = \dfrac{m\omega^2 s^2}{2}$

Cơ năng toàn phần :

$$W = W_đ + W_t = \frac{m\omega^2 s_0^2}{2} = \frac{m\omega^2 l^2 \alpha_0^2}{2} = \frac{mgl\alpha_0^2}{2} = \text{hằng số.}$$

4. Ứng dụng

Dùng con lắc đơn để xác định gia tốc trọng trường tại một nơi nào đó, bằng cách đo l, đo T và tính g theo công thức $g = \dfrac{4\pi^2 l}{T^2}$.

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Một con lắc đơn có độ dài bằng l. Trong khoảng thời gian Δt nó thực hiện 6 dao động toàn phần. Khi giảm bớt độ dài của nó 16cm thì cùng trong khoảng thời gian Δt như trước, nó thực hiện được 24 dao động. Cho $g = 9{,}8\ m/s^2$. Tính độ dài ban đầu, tần số ban đầu của con lắc và thời gian Δt.

Bài giải

Tần số ban đầu của con lắc : $f = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{l}}$

Tần số con lắc khi giảm độ dài : $f' = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{l - 0{,}16}}$

Từ hai công thức trên ta có : $\dfrac{f}{f'} = \sqrt{\dfrac{l - 0{,}16}{l}} = \dfrac{1}{4}$

Từ đó tìm được độ dài ban đầu là l = 17cm và tần số ban đầu là $f \approx 1{,}2$Hz.

$$\Delta t = \frac{6}{f} = \frac{6}{1{,}2} \approx 5s.$$

Ví dụ 2. Người ta đưa một con lắc đơn từ mặt đất lên độ cao h = 10km. Phải giảm độ dài của nó bao nhiêu để chu kì dao động của nó không thay đổi. Biết bán kính của Trái Đất R = 6400km.

Bài giải

Gọi độ dài con lắc là l trên mặt đất và là l' ở độ cao h. Gia tốc trọng trường là g ở mặt đất và là g' ở độ cao h.

Ta phải có : $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l'}{g'}}$

Do đó : $\frac{l'}{g'} = \frac{l}{g} \quad \Leftrightarrow \quad l' = \frac{g'}{g}l$

Gia tốc trọng trường tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách từ con lắc đến tâm Trái Đất. Do đó : $\frac{g'}{g} = \frac{R^2}{(R+h)^2}$

Vì h rất nhỏ so với R nên $(R+h)^2 \approx R^2 + 2Rh$

$$\text{và} \qquad \frac{g'}{g} = \frac{R^2}{R^2 + 2Rh} = \frac{R}{R + 2h}$$

Vậy : $l' = \frac{R}{R+2h}l = \frac{6400}{6400+20}l = 0{,}997l$

Phải giảm độ dài con lắc $0{,}003l$, tức là 0,3% độ dài của nó.

Ví dụ 3. Một chiếc đồng hồ quả lắc mà thanh treo quả lắc làm bằng kim loại có hệ số nở dài $\alpha = 2.10^{-5}\ K^{-1}$. Đồng hồ chạy đúng tại một nơi trên mặt biển có $g = 9{,}8\ m/s^2$ và nhiệt độ 20^oC. Chu kì của con lắc chạy đúng là 2s. Khi nhiệt độ ở nơi đó tăng lên đến 30^oC thì đồng hồ chạy nhanh hay chậm đi ? Mỗi ngày nhanh hay chậm bao nhiêu ?

Bài giải

Ta có : $l_{30} = l_0(1 + 30\lambda)$; $\qquad l_{20} = l_0(1 + 20\lambda)$.

Do đó : $\frac{T_{30}}{T_{20}} = \sqrt{\frac{l_{30}}{l_{20}}} = \sqrt{\frac{l_0(1+30\lambda)}{l_0(1+20\lambda)}} = \sqrt{\frac{1+30\lambda}{1+20\lambda}}$

Áp dụng công thức gần đúng : $\sqrt{1+\varepsilon} \approx 1 + \frac{\varepsilon}{2}$ (với $\varepsilon << 1$) ta được :

$$\frac{T_{30}}{T_{20}} \approx 1 + 5\lambda$$

Ta thấy $T_{30} > T_{20}$. Vì vậy, ở 30^oC đồng hồ chạy chậm hơn.

Gọi $\theta = 86400s$ là khoảng thời gian đúng của 1 ngày đúng, $\theta + \Delta\theta$ là khoảng thời gian của 1 ngày đo theo đồng hồ chạy chậm, ta có :

$$\frac{\theta + \Delta\theta}{\theta} = \frac{T_{30}}{T_{20}} \quad \text{hay} \quad 1 + \frac{\Delta\theta}{\theta} = 1 + 5\lambda$$

$$\Rightarrow \quad \Delta\theta = \theta.5\lambda = 86400.5.2.10^{-5} = 8{,}64s$$

Đồng hồ chạy chậm mỗi ngày 8,64s.

Ví dụ 4. Một con lắc đơn gồm hòn bi nhỏ có khối lượng 200g treo vào đầu sợi dây nhẹ, dài $l = 2$m. Cho gia tốc trọng trường $g = 9,8$ m/s^2. Cần phải cung cấp cho con lắc năng lượng ban đầu bằng bao nhiêu để nó dao động với biên độ góc $\alpha_0 = 6^o$. Bỏ qua ma sát.

Bài giải

Do bỏ qua ma sát nên năng lượng của con lắc bảo toàn :

$$W = \frac{1}{2}mv^2 + mgl(1 - \cos\alpha) = \text{hằng số}$$

Suy ra : $W = W_{t\,(max)} = mgl(1 - \cos\alpha_0)$

Vì α_0 là góc nhỏ ($\alpha_0 = 6^o \approx 0,105$rad), ta có :

$$(1 - \cos\alpha_0) = 2\sin^2\frac{\alpha_0}{2} \approx \frac{\alpha_0^2}{2}$$

Do đó : $W = mgl(1 - \cos\alpha_0) \approx mgl\dfrac{\alpha_0^2}{2}$

Thay số : $W \approx mgl\dfrac{\alpha_0^2}{2} = 0,2.9,8.2.\dfrac{(0,105)^2}{2} = 0,022J.$

Ví dụ 5. Ba con lắc đơn cùng độ dài l, treo các quả cầu nhỏ cùng kích thước lần lượt làm bằng chì, sắt, nhựa. Kéo cả ba con lắc ra khỏi vị trí cân bằng cùng một góc 6^o rồi buông ra cùng lúc, không vận tốc đầu. Điều nào sau đây là đúng ?

A. Con lắc bằng sắt có tần số dao động lớn nhất.

B. Con lắc bằng nhựa dao động chậm hơn cả.

C. Con lắc bằng chì về đến vị trí cân bằng sớm hơn hai con lắc kia.

D. Cả ba con lắc dao động với cùng tần số góc.

Hướng dẫn chọn đáp án

Cả ba con lắc dao động với cùng tần số góc, vì tần số góc không phụ thuộc khối lượng của vật. *Chọn D.*

Ví dụ 6. Có hai con lắc đơn mà độ dài của chúng hơn kém nhau 24cm. Trong cùng một khoảng thời gian, con lắc 1 thực hiện được số dao động toàn phần gấp hai lần so với con lắc 2. Độ dài của mỗi con lắc là :

A. 32cm và 56cm B. 16cm và 40cm

C. 8cm và 32cm D. 40cm và 64cm.

Hướng dẫn chọn đáp án

$$\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = 2 \quad \Rightarrow \quad \frac{l_1}{l_2} = 4\ ; \qquad l_2 - l_1 = 24\text{cm}$$

Suy ra : $l_2 = 32$cm và $l_1 = 8$cm. *Chọn C.*

Ví dụ 7. Câu nào sau đây ***đúng*** khi nói về con lắc đơn ?

A. Tần số dao động con lắc đơn giảm khi nhiệt độ tăng.

B. Khi dao động với biên độ nhỏ, chu kì con lắc đơn không phụ thuộc nhiệt độ.

C. Khi dao động với biên độ nhỏ, chu kì con lắc đơn không phụ thuộc độ cao của con lắc.

D. Con lắc dao động sẽ nhanh hơn nếu ta đưa nó từ mặt đất lên đỉnh núi cao (bỏ qua ảnh hưởng của nhiệt độ).

Hướng dẫn chọn đáp án

Khi nhiệt độ tăng, độ dài dây treo tăng, tần số dao động con lắc đơn giảm. *Chọn A.*

Ví dụ 8. Một con lắc đơn đi từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ cực đại là 0,5s. Trong quá trình dao động, thế năng của con lắc biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kì là :

A. 4s B. 2s C. 1s D. 0,25s.

Hướng dẫn chọn đáp án

Thời gian để con lắc đơn đi từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ cực đại bằng $\frac{T}{4} = 0,5$s. Suy ra, chu kì dao động của con lắc đơn T = 2s.

Động năng của con lắc biến thiên tuần hoàn với tần số góc gấp hai lần tần số góc của dao động, suy ra chu kì biến thiên T của động năng (hoặc thế năng) bằng nửa chu kì của dao động con lắc T. Vậy : T = 1s. *Chọn C.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

3.1. Một con lắc đơn có độ dài l. Trong khoảng thời gian Δt nó thực hiện 10 dao động toàn phần. Người ta giảm bớt độ dài của nó 10cm thì cùng trong khoảng thời gian Δt như trước, nó thực hiện được 20 dao động. Cho $g = 9,8\ m/s^2$. Tính độ dài ban đầu và tần số dao động ban đầu của con lắc.

3.2. Một con lắc đơn dài $l = 20$cm, treo tại một điểm cố định. Kéo con lắc khỏi phương thẳng đứng một góc bằng 0,1rad về bên phải, rồi truyền cho con lắc một vận tốc bằng 14 cm/s theo phương vuông góc với dây về phía vị trí cân bằng. Coi con lắc dao động điều hòa. Chọn gốc tọa độ ở vị trí cân bằng, chiều dương hướng từ vị trí cân bằng sang bên phải, gốc thời gian là lúc vật đi qua vị trí cân bằng lần thứ nhất. Cho $g = 9,8\ m/s^2$. Viết phương trình dao động đối với li độ dài của con lắc.

3.3. Một con lắc đơn gồm một quả cầu khối lượng 60g treo vào một sợi dây dài 1m, ở một nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,86\ m/s^2$. Bỏ qua mọi ma sát. Góc lệch cực đại của con lắc so với phương thẳng đứng là $\alpha_0 = 30^\circ$.

a) Lập công thức tính vận tốc của quả cầu và lực căng của dây treo.

b) Tính vận tốc lớn nhất của quả cầu.

3.4. Một con lắc đơn có chu kì dao động T = 4s, thời gian để con lắc đi từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ cực đại là :

A. 0,5s B. 1s C. 1,5s D. 2s.

3.5. Người ta đưa một đồng hồ quả lắc lên độ cao 2km. Coi nhiệt độ không thay đổi theo độ cao. Biết bán kính Trái Đất là 6400km. Mỗi ngày đêm đồng hồ chạy chậm :

A. 13,5s B. 27s C. 2,7s D. 54s.

3.6. Một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc nhỏ. Chu kì của con lắc không thay đổi khi :

A. tăng độ dài của con lắc. B. đưa con lắc lên đỉnh tháp cao.

C. tăng biên độ góc đến 20^o. D. giảm khối lượng của con lắc.

3.7. Chu kì dao động điều hòa của một con lắc đơn có độ dài dây treo l tại nơi có gia tốc trọng trường g là :

A. $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{l}{g}}$ B. $T = 2\pi\sqrt{\frac{g}{l}}$

C. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ D. $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$.

3.8. Con lắc đơn có độ dài l dao động điều hòa với tần số f. Nếu tăng độ dài lên hai lần thì tần số thay đổi thế nào ?

A. Tăng 2 lần. B. Tăng $\sqrt{2}$ lần.

C. Giảm 2 lần. D. Giảm $\sqrt{2}$ lần.

3.9. Tại một nơi xác định, chu kì của con lắc đơn tỉ lệ thuận với :

A. căn bậc hai độ dài con lắc.

B. độ dài con lắc.

C. căn bậc hai của gia tốc trọng trường.

D. gia tốc trọng trường.

BÀI 4 DAO ĐỘNG TẮT DẦN DAO ĐỘNG CƯỠNG BỨC

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Hệ dao động

Nếu xét vật dao động cùng với vật tác dụng lực kéo về lên vật dao động thì ta có một hệ gọi là *hệ dao động*. Ví dụ : vật nặng gắn vào lò xo có một đầu cố định (con lắc lò xo) là một hệ dao động; con lắc đơn cùng với Trái Đất là một hệ dao động.

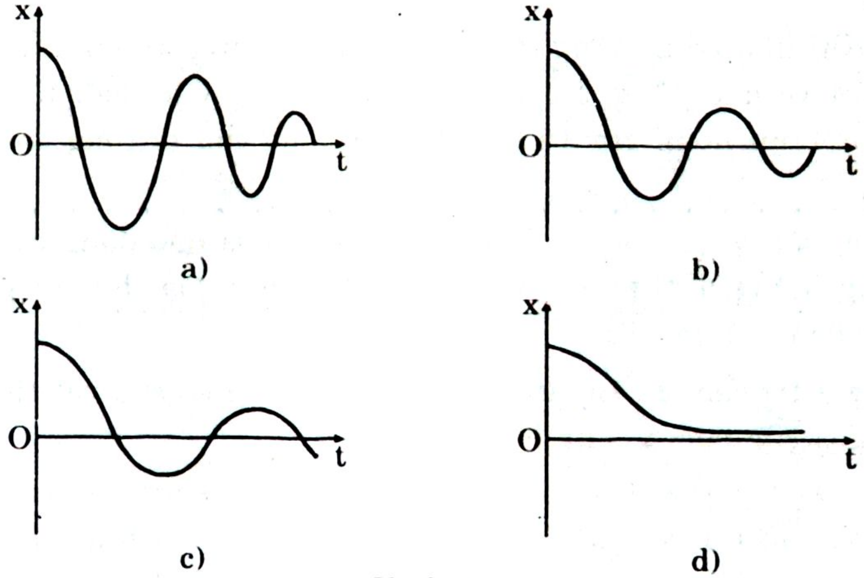
Lực đàn hồi tác dụng lên vật nặng trong con lắc lò xo là nội lực của hệ; trọng lực tác dụng lên vật nặng trong con lắc đơn cũng là nội lực của hệ.

Dao động của vật hay hệ xảy ra dưới tác dụng chỉ của nội lực gọi là *dao động riêng* hay *dao động tự do*. Mọi dao động riêng của một vật hay hệ dao động đều có cùng một tần số góc xác định, gọi là ***tần số góc riêng*** của vật hay hệ đó. Tần số góc riêng của con lắc lò xo là $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$, của con lắc đơn và Trái Đất là $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$.

2. Dao động tắt dần

a) Khi có ma sát (hay lực cản) tác dụng lên vật (hay hệ vật) dao động thì các lực này luôn luôn sinh công âm (vì hướng của lực ngược chiều với chuyển động của điểm đặt) làm giảm năng lượng dao động của vật (bằng $\frac{1}{2}kA^2$).

Do đó biên độ dao động A giảm, tức là dao động tắt dần. ***Dao động tắt dần càng nhanh nếu lực cản của môi trường càng lớn tức là khi môi trường càng nhớt.*** Độ nhớt của môi trường tăng theo thứ tự : không khí, nước, dầu, dầu rất nhớt. Trên hình 4.1 là đồ thị li độ x của các trường hợp dao động tắt dần trong các môi trường khác nhau có lực cản tăng dần. Cần lưu ý rằng tần số góc của dao động tắt dần nhỏ hơn tần số góc riêng của hệ.



Hình 4.1

b) Khi lực cản của môi trường nhỏ, thì dao động điều hòa của vật (hay hệ) (có tần số góc ω_0) trở thành tắt dần chậm, có thể coi dao động gần đúng có dạng sin với tần số góc ω_0 và với biên độ giảm dần theo thời gian cho đến bằng 0.

- Sự tắt dần của dao động được dùng để làm bộ phận giảm xóc của ô tô, xe máy, bộ phận này gồm cái giảm rung và lò xo. Cái giảm rung gồm một pittông có những lỗ thủng, chuyển động được theo chiều thẳng đứng trong một xilanh chứa đầy dầu nhớt (pittông gắn với khung xe, xilanh gắn với trục bánh xe).

Khi xe đi trên đường gặp chỗ mấp mô, khung xe dao động đối với trục bánh xe và pittông dao động trong xilanh, dầu nhớt chảy qua các lỗ thủng ở pittông tạo nên một lực ma sát lớn làm tắt nhanh dao động.

3. Dao động duy trì

Nếu ta *cung cấp thêm năng lượng* cho vật dao động trong môi trường nhớt (hoặc khi có ma sát) để bù lại sự tiêu hao do ma sát (hay lực cản) *mà không làm thay đổi chu kì riêng* của nó thì dao động kéo dài mãi mãi và gọi là *dao động duy trì*. Có thể làm như sau : cứ mỗi chu kì ta tác dụng vào vật dao động trong một thời gian ngắn một lực cùng chiều chuyển động để truyền thêm năng lượng cho vật mà không làm thay đổi chu kì dao động của vật (ví dụ trường hợp đưa võng, hay sử dụng bộ phận duy trì dao động ở con lắc đồng hồ).

4. Dao động cưỡng bức. Hiện tượng cộng hưởng

a) Dao động cưỡng bức

- Ta tác dụng lên một vật nặng đang đứng yên ở vị trí cân bằng một *ngoại lực F biến đổi điều hòa theo thời gian* $F = F_0\cos\Omega t$, thì giá trị cực đại của li độ (biên độ) tăng dần và cuối cùng, nó có giá trị không thay đổi. Dao động của vật gây ra bởi một ngoại lực tuần hoàn gọi là *dao động cưỡng bức.*

  Dao động cưỡng bức là dao động điều hòa có tần số góc bằng tần số góc Ω của ngoại lực.

  Ví dụ : Khi đến trạm dừng ở mỗi bến mà xe buýt không tắt máy, ta nhận thấy thân xe dao động. Đó là dao động cưỡng bức dưới tác dụng của lực cưỡng bức tuần hoàn gây ra bởi chuyển động của pittông trong xilanh của máy nổ.

- *Đặc điểm của dao động cưỡng bức :* Biên độ của dao động cưỡng bức có giá trị không đổi, tỉ lệ thuận với biên độ F_0 của ngoại lực và phụ thuộc vào tần số góc Ω của ngoại lực.

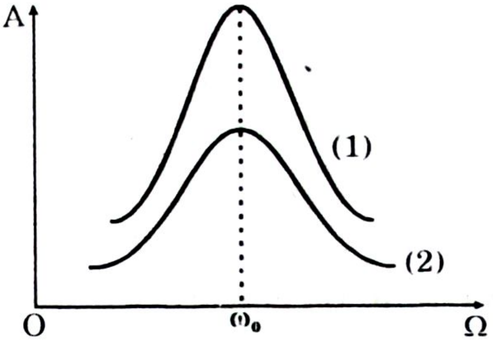
  Với các giá trị của Ω càng gần tần số góc riêng ω_0 của vật (hệ) thì biên độ dao động cưỡng bức A càng lớn.

  Với biên độ F_0 của ngoại lực đã cho, đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của biên độ A vào tần số góc Ω của ngoại lực cho trên hình 4.2. Đường cong (1) ứng với trường hợp lực cản (ma sát) nhỏ và đường cong (2) ứng với trường hợp lực cản lớn.

b) Hiện tượng cộng hưởng

- Từ đồ thị ở hình 4.2 ta thấy biên độ A của dao động cưỡng bức đạt giá trị cực đại khi tần số góc Ω của ngoại lực bằng tần số góc riêng ω_0 của vật (hệ) dao động. *Khi biên độ A của dao động cưỡng bức đạt giá trị cực đại người ta nói rằng có hiện tượng cộng hưởng.* Với cùng một ngoại lực tuần hoàn tác dụng, nếu lực cản (ma sát) càng nhỏ thì giá trị cực đại của biên độ càng lớn (đường cong (1) ở hình 4.2), hiện tượng cộng hưởng càng rõ nét.

- Hiện tượng cộng hưởng có rất nhiều ứng dụng trong thực tế, như chế tạo tần số kế, lên dây đàn...



Hình 4.2

Trong một số trường hợp, hiện tượng cộng hưởng lại có hại, dẫn tới kết quả làm gãy, vỡ các vật bị dao động cưỡng bức. Vì vậy, khi chế tạo các máy móc chẳng hạn, phải cố làm cho tần số riêng của mỗi bộ phận trong máy khác nhiều so với tần số biến đổi của các lực có thể tác dụng lên bộ phận ấy, hoặc làm cho dao động tắt rất nhanh.

5. Chú ý

Cần lưu ý rằng dao động cưỡng bức *khi cộng hưởng* có điểm giống với dao động duy trì : cả hai đều có tần số góc gần đúng bằng tần số góc riêng ω_0 của hệ (vật) dao động. Tuy vậy chúng vẫn có sự khác nhau, đó là : *dao động cưỡng bức gây nên bởi ngoại lực độc lập với hệ*, còn *dao động duy trì là dao động riêng của hệ* được bù thêm năng lượng do một lực được điều khiển bởi chính dao động ấy qua một cơ cấu nào đó.

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Một con lắc lò xo dao động tắt dần chậm. Cứ sau mỗi chu kì, biên độ dao động của nó giảm 0,5%. Hỏi năng lượng dao động của con lắc bị mất đi sau mỗi dao động toàn phần là bao nhiêu ?

Bài giải

Theo đề bài : $\frac{A - A'}{A} = 0,5\%$ suy ra $1 - \frac{A'}{A} = 0,005$ hay $\frac{A'}{A} = 0,995$

Ta có : – Năng lượng lúc đầu : $W = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$

– Năng lượng lúc sau : $W' = \frac{1}{2}m\omega^2A'^2$

Suy ra : $\frac{W'}{W} = \left(\frac{A'}{A}\right)^2 = (0,995)^2 \approx 0,99 = 99\%$

Phần năng lượng của con lắc bị mất đi sau mỗi dao động toàn phần là 1%.

Ví dụ 2. Một mô tô chạy trên con đường lát gạch, cứ cách khoảng 6,4m trên đường lại có một rãnh nhỏ. Chu kì dao động riêng của khung xe trên các lò xo giảm xóc là 1,6s. Xe bị xóc mạnh nhất khi xe chạy với tốc độ bằng bao nhiêu ?

Bài giải

Xe bị xóc mạnh nhất khi tần số (hay chu kì) kích thích của ngoại lực bằng tần số riêng (hay chu kì riêng) của khung xe.

$$T = T_0 = \frac{L}{v} \quad \Rightarrow \quad v = \frac{L}{T_0} = \frac{6,4}{1,6} = 4 \text{ m/s hay } 14,4 \text{ km/h}.$$

Ví dụ 3. Biên độ dao động cưỡng bức ***không phụ thuộc*** :

A. biên độ của ngoại lực tuần hoàn tác dụng lên vật.

B. pha ban đầu của ngoại lực tuần hoàn tác dụng lên vật.

C. tần số của ngoại lực tuần hoàn tác dụng lên vật.

D. độ lớn của lực ma sát tác dụng lên vật.

Hướng dẫn chọn đáp án

Biên độ dao động cưỡng bức *không phụ thuộc* pha ban đầu của ngoại lực tuần hoàn tác dụng lên vật. *Chọn B.*

Ví dụ 4. Phát biểu nào sau đây là ***sai*** ?

A. Biên độ dao động cưỡng bức chỉ phụ thuộc vào biên độ của ngoại lực tuần hoàn.

B. Tần số dao động riêng chỉ phụ thuộc vào đặc tính của hệ dao động.

C. Tần số dao động cưỡng bức bằng tần số của ngoại lực tuần hoàn.

D. Lực cản của môi trường là nguyên nhân làm cho dao động bị tắt dần.

Hướng dẫn chọn đáp án

Phát biểu **sai** là : Biên độ dao động cưỡng bức *chỉ phụ thuộc* vào biên độ của ngoại lực tuần hoàn. Vì biên độ dao động cưỡng bức còn phụ thuộc vào tần số của ngoại lực. *Chọn A.*

Ví dụ 5. Dao động duy trì là :

A. dao động riêng của hệ được bù thêm năng lượng đúng bằng phần năng lượng tiêu hao, sau mỗi chu kì, nhờ một cơ cấu thích hợp.

B. dao động mà lực cản của môi trường ảnh hưởng không đáng kể đến vật dao động.

C. dao động chịu tác dụng của ngoại lực biến đổi điều hòa theo thời gian.

D. dao động xảy ra dưới tác dụng của ngoại lực tuần hoàn độc lập với hệ và có thể có tần số bất kì.

Hướng dẫn chọn đáp án

Dao động duy trì là dao động riêng của hệ được bù thêm năng lượng đúng bằng phần năng lượng tiêu hao, sau mỗi chu kì, nhờ một cơ cấu thích hợp. *Chọn A.*

Ví dụ 6. Một người xách một xô nước đi trên đường, mỗi bước đi dài 45cm thì nước trong xô bị sóng sánh mạnh nhất. Chu kì dao động riêng của nước trong xô là 0,3s. Vận tốc bước của người đó là :

A. 5,4 km/h B. 3,6 m/s C. 4,8 km/h D. 4,2 km/h.

Hướng dẫn chọn đáp án

Nước trong xô bị sóng sánh mạnh nhất khi tần số (hay chu kì) kích thích của ngoại lực bằng tần số riêng (hay chu kì riêng) của xô nước.

$$T = T_0 = \frac{L}{v} \quad \Rightarrow \quad v = \frac{L}{T_0} = \frac{0,45}{0,3} = 1,5 \text{ m/s hay } 5,4 \text{ km/h.}$$ *Chọn A.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

4.1. Một con lắc đơn dao động tắt dần. Cứ sau mỗi chu kì, biên độ của nó giảm 2,5%. Phần năng lượng của con lắc bị mất sau mỗi dao động toàn phần là bao nhiêu ?

4.2. Một con lắc lò xo dao động tắt dần. Cứ sau mỗi chu kì, biên độ dao động của nó giảm 2,5%. Hỏi thế năng đàn hồi của lò xo bị mất đi sau mỗi dao động toàn phần là bao nhiêu ?

4.3. Một mô tô chạy trên con đường lát gạch, cứ cách khoảng 7,5m trên đường lại có một rãnh nhỏ. Chu kì dao động riêng của khung xe trên các lò xo giảm xóc là 1,5s. Xe bị xóc mạnh nhất khi tốc độ của xe là bao nhiêu ?

4.4. Dao động tự do là dao động có tần số :

A. phụ thuộc các yếu tố bên ngoài.

B. không phụ thuộc đặc tính hệ.

C. phụ thuộc đặc tính hệ và không phụ thuộc các yếu tố bên ngoài.

D. không phụ thuộc đặc tính hệ và phụ thuộc các yếu tố bên ngoài.

4.5. Trong những dao động tắt dần sau đây, trường hợp nào sự tắt dần nhanh là có lợi ?

A. Quả lắc đồng hồ.

B. Khung xe ô tô sau khi qua chỗ đường gập ghềnh.

C. Sự đung đưa của chiếc võng.

D. Sự dao động của pittông trong xilanh.

4.6. Nguyên nhân gây ra dao động tắt dần của con lắc đơn trong không khí là :

A. do trọng lực tác dụng lên vật.

B. do lực căng dây treo.

C. do lực cản môi trường.

D. do dây treo có khối lượng đáng kể.

4.7. Phát biểu nào sau đây là *sai* khi nói về dao động tắt dần ?

A. Lực cản sinh công âm làm tiêu hao dần năng lượng của dao động.

B. Do lực cản của môi trường tác dụng lên vật dao động nên biên độ giảm dần.

C. Tần số của dao động càng lớn thì dao động tắt dần càng kéo dài.

D. Lực cản càng nhỏ thì dao động tắt dần càng chậm.

4.8. Phát biểu nào sau đây là ***sai*** ?

A. Dao động cưỡng bức là dao động xảy ra dưới tác dụng của ngoại lực biến đổi tuần hoàn.

B. Biên độ dao động cưỡng bức phụ thuộc vào mối quan hệ giữa tần số của lực cưỡng bức và tần số dao động riêng của hệ.

C. Sự cộng hưởng càng rõ nét khi lực cản của môi trường càng nhỏ.

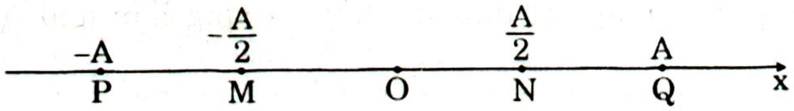
D. Biên độ dao động cưỡng bức không phụ thuộc vào biên độ của ngoại lực tuần hoàn.

4.9. Trên một con đường lát gạch, một người lái ô tô trên một đoạn đường đó hai lần : một lần xe không tải (với tốc độ v_1) và một lần xe có tải (với tốc độ v_2). So sánh tốc độ v_1 và v_2 ứng với hai trường hợp trên, khi bắt đầu xuất hiện sự xóc mạnh nhất trên nhíp xe.

A. $v_1 < v_2$ B. $v_1 = v_2$ C. $v_1 > v_2$ D. $v_1 = 2v_2$.

ÔN TẬP CHƯƠNG I

I.1. Một chất điểm dao động điều hòa trên đoạn thẳng PQ dài 24cm với chu kì T = 2s. Gọi O là trung điểm của PQ (vị trí cân bằng), M và N lần lượt là trung điểm của PO và OQ (Hình I.1). Tính khoảng thời gian đi trên các đoạn PQ, ON và NQ.



Hình I.1

I.2. Một vật dao động điều hòa với phương trình : $x = 1{,}25\cos 20t$ (cm).

Tính độ lớn vận tốc của vật tại vị trí mà động năng nhỏ hơn thế năng 3 lần.

I.3. Hai dao động điều hòa cùng phương, có phương trình lần lượt là :

$$x_1 = 2\sin\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right)(\text{cm}) \qquad \text{và} \qquad x_2 = \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm}).$$

Hãy tìm phương trình của dao động tổng hợp.

I.4. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, đầu dưới có treo vật khối lượng m = 0,1kg, lò xo có độ cứng k = 40 N/m. Năng lượng của vật là 18mJ. Lấy $g = 10\ \text{m/s}^2$. Lực tác dụng vào điểm treo có giá trị cực đại bằng bao nhiêu ?

I.5. Một vật dao động điều hòa theo phương ngang có phương trình :

$$x = 2\cos\left(3\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(\text{cm}).$$

Tính tỉ số động năng và thế năng của vật tại li độ 1,5cm.

I.6. Một lò xo độ cứng k, đầu dưới treo vật m = 500g, vật dao động với cơ năng 10^{-2}J. Ở thời điểm t = 0 nó có vận tốc 0,1 m/s và gia tốc $-\sqrt{3}$ m/s^2. Viết phương trình dao động của vật.

I.7. Một con lắc đơn gồm vật nặng m treo ở đầu sợi dây mảnh có chiều dài l = 1m tại nơi có gia tốc trọng trường g = 10 m/s^2. Khi con lắc ở vị trí cân bằng, ta cung cấp cho vật một tốc độ ban đầu v = 5 cm/s theo phương ngang. Tìm góc lệch cực đại của con lắc khỏi vị trí cân bằng và viết phương trình dao động của con lắc theo li độ góc α và tọa độ s.

I.8. Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ tại một nơi trên mặt biển ở nhiệt độ 20°C và có $g = \pi^2$ (m/s^2). Thanh treo quả lắc làm bằng kim loại có hệ số nở dài $\alpha = 1{,}85.10^{-5}\,K^{-1}$.

a) Biết chu kì của con lắc là 2s. Tính chiều dài của con lắc đơn đồng bộ với nó.

b) Khi nhiệt độ ở nơi đó tăng lên đến 40°C, thì đồng hồ chạy nhanh hay chậm ? Mỗi ngày nhanh (chậm) bao nhiêu ?

I.9. Một con lắc lò xo gồm một quả nặng m = 1kg treo vào một lò xo có độ cứng 1600 N/m. Khi quả nặng ở vị trí cân bằng, người ta truyền cho nó một vận tốc ban đầu bằng 2 m/s hướng thẳng đứng xuống dưới.

a) Tính biên độ dao động của quả nặng.

b) Viết phương trình dao động của quả nặng. Chọn chiều dương hướng lên.

I.10. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, đầu trên cố định, đầu dưới treo một vật m = 100g. Kéo vật xuống dưới vị trí cân bằng theo phương thẳng đứng rồi buông nhẹ. Vật dao động với phương trình $x = 5\cos 4\pi t$ (cm). Chọn gốc thời gian là lúc buông vật, lấy g = 10 m/s^2. Lực dùng để kéo vật trước khi dao động có độ lớn :

A. 0,8N B. 1,6N C. 3,2N D. 6,4N.

I.11. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, dao động giữa hai điểm thấp nhất và cao nhất cách nhau 6,5cm. Khối lượng quả nặng 100g, độ cứng của lò xo là k = 16 N/m. Lấy $\pi^2 \approx 10$; g = 10 m/s^2. Giá trị cực tiểu của lực đàn hồi tác dụng vào quả nặng là :

A. 1,8N B. 0,32N C. 0,24N D. 0,48N.

I.12. Phát biểu nào sau đây ***sai*** khi nói về động năng và thế năng trong dao động điều hòa ?

A. Động năng và thế năng biến đổi tuần hoàn cùng chu kì.

B. Động năng biến đổi tuần hoàn cùng chu kì với vận tốc.

C. Thế năng biến đổi tuần hoàn với tần số gấp 2 lần tần số của li độ.

D. Tổng động năng và thế năng không phụ thuộc vào thời gian.

I.13. Một vật có khối lượng 1kg được treo vào một lò xo thẳng đứng có độ cứng 40 N/m. Gọi Ox là trục tọa độ có phương trùng với phương dao động của vật và có chiều hướng lên trên. Lấy gốc tọa độ trùng với vị trí cân bằng của vật. Khi vật dao động tự do với biên độ 5cm thì động năng của vật khi nó đi qua vị trí $x_1 = 3$cm là :

A. 4mJ B. 1,6J C. 32mJ D. 16mJ.

I.14. Một con lắc lò xo gồm một quả cầu khối lượng m_1 gắn vào lò xo có độ cứng k. Trong khoảng thời gian Δt, quả cầu khối lượng m_1 thực hiện n_1 dao động toàn phần. Nếu thay quả cầu m_1 bằng quả cầu khối lượng m_2 thì cũng trong khoảng thời gian Δt, số dao động giảm đi một nửa. Tỉ số $\frac{m_1}{m_2}$ là :

A. $\frac{1}{2}$ B. $\frac{1}{4}$ C. 4 D. 2.

I.15. Hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số, có biên độ lần lượt là 4,5cm và 10cm. Biên độ dao động tổng hợp có thể có giá trị nào dưới đây ?

A. 7,5cm B. 2,5cm C. 15cm D. 4,5cm.

I.16. Hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số, có biên độ lần lượt là 3,6cm và 4,8cm, biên độ dao động tổng hợp *không thể* có giá trị nào dưới đây ?

A. 12cm B. 8,4cm C. 6cm D. 1,6cm.

I.17. Một con lắc lò xo, quả cầu có khối lượng m = 0,2kg. Kích thích cho chuyển động thì nó dao động với phương trình $x = 5\cos 4\pi t$ (cm). Lấy $\pi^2 \approx 10$. Năng lượng đã truyền cho vật là :

A. 2J B. 0,2J C. 0,02J D. 0,04J.

I.18. Một con lắc lò xo độ cứng k treo thẳng đứng, đầu trên cố định, đầu dưới gắn vật. Độ dãn tại vị trí cân bằng là Δl. Con lắc dao động theo phương thẳng đứng với biên độ A ($A > \Delta l$). Trong quá trình dao động lực tác dụng vào điểm treo có giá trị cực đại là :

A. $F = kA + \Delta l$ B. $F = k(\Delta l + A)$

C. $F = k(A - \Delta l)$ D. $F = k\Delta l + A$.

I.19. Một con lắc đơn đi từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ cực đại là 0,45s. Trong quá trình dao động, động năng con lắc biến thiên tuần hoàn với chu kì là :

A. 1,8s B. 3,6s C. 0,45s D. 0,9s.

I.20. Một con lắc lò xo dao động theo phương thẳng đứng. Thời gian đi từ vị tr thấp nhất đến vị trí cao nhất trong mỗi dao động là 0,25s. Khối lượn quả nặng là 400g. Lấy $\pi^2 \approx 10$, cho $g = 10\ m/s^2$. Độ cứng của lò xo là :

A. 640 N/m B. 25 N/m C. 64 N/m D. 32 N/m.

I.21. Con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm một lò xo nhẹ có đầu trên cố định, đầ dưới gắn với một vật dao động điều hòa có tần số góc 10 rad/s. Nếu co gia tốc trọng trường $g = 10\ m/s^2$ thì tại vị trí cân bằng độ dãn của lò xo là :

A. 8cm B. 6cm C. 10cm D. 5cm.

I.22. Dao động cưỡng bức ***không có*** tính chất nào sau đây ?

A. Xảy ra dưới tác dụng của ngoại lực biến đổi tuần hoàn.

B. Khi tần số của lực cưỡng bức bằng tần số riêng của hệ dao động th biên độ đạt giá trị cực đại.

C. Có biên độ của dao động phụ thuộc vào tần số của ngoại lực.

D. Xảy ra dưới tác dụng của các lực không đổi tác dụng lên hệ.

I.23. Dao động duy trì và dao động cưỡng bức khác nhau chủ yếu ở :

A. ngoại lực biến đổi tuần hoàn tác dụng.

B. biên độ.

C. pha ban đầu.

D. tần số.

I.24. Một chất điểm dao động điều hòa với phương trình : $x = 2\cos(2\pi t)$ (cm). Thời điểm chất điểm đi qua vị trí có li độ $x = +1$cm lần đầu tiên là :

A. $\frac{1}{6}$s B. $\frac{2}{3}$s C. $\frac{1}{2}$s D. 1s.

I.25. Người ta đưa một đồng hồ quả lắc lên độ cao h. Biết bán kính Trái Đất là 6400km. Mỗi ngày đêm đồng hồ chạy chậm 135s so với khi treo ở mặt đất. Độ cao h bằng :

A. 5km B. 10km C. 0,1km D. 0,5km.

I.26. Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về hiện tượng cộng hưởng ?

A. Điều kiện cộng hưởng là hệ phải dao động cưỡng bức dưới tác dụng của ngoại lực biến thiên tuần hoàn có tần số ngoại lực f bằng tần số riêng của hệ f_0.

B. Biên độ cộng hưởng không phụ thuộc vào lực cản của môi trường.

C. Hiện tượng đặc biệt xảy ra trong dao động cưỡng bức là hiện tượng cộng hưởng.

D. Khi cộng hưởng, biên độ của dao động cưỡng bức tăng đột ngột và đạt giá trị cực đại.

.27. Một con lắc đơn có độ dài l, quả nặng có khối lượng $m = 500g$. Kéo con lắc lệch về phía bên trái so với phương thẳng đứng một góc $\alpha_1 = 0,15rad$, rồi truyền cho nó vận tốc $v_1 = 17,6$ cm/s. Khi đó, người ta thấy con lắc dao động với năng lượng bằng 16mJ. Chọn trục tọa độ nằm ngang, gốc O trùng với vị trí cân bằng, chiều dương hướng từ trái sang phải; gốc thời gian chọn lúc quả nặng ở vị trí biên trái. Viết phương trình dao động của con lắc.

.28. Phát biểu nào sau đây là ***không đúng*** khi nói về dao động điều hòa của con lắc đơn có biên độ góc nhỏ ?

A. Động năng tỉ lệ với bình phương tần số góc của con lắc.

B. Thế năng của con lắc không phụ thuộc tần số góc.

C. Thế năng của con lắc tỉ lệ với bình phương li độ góc.

D. Cơ năng không đổi theo thời gian và tỉ lệ với bình phương biên độ góc.

I.29. Một con lắc đơn có chu kì dao động T, thời gian để con lắc đi từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ cực đại là 0,2s. Chu kì T bằng :

A. 0,4s B. 0,8s C. 1,6s D. 2s.

I.30. Hai dao động điều hòa cùng phương có phương trình lần lượt là :

$$x_1 = 4,5\cos 2\pi t \text{ (cm)} \quad \text{và} \quad x_2 = 1,5\sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)\text{(cm)}.$$

Biên độ của dao động tổng hợp là :

A. 4,5cm B. 6cm C. 3,5cm D. 3cm.

Chương II. SÓNG CƠ VÀ SÓNG ÂM

CHUẨN KIẾN THỨC, KĨ NĂNG CẦN ĐẠT

Kiến thức

- Phát biểu được các định nghĩa về sóng cơ, sóng dọc, sóng ngang và nêu được ví dụ về sóng dọc, sóng ngang.
- Phát biểu được các định nghĩa về tốc độ truyền sóng, bước sóng, tần số sóng, biên độ sóng và năng lượng sóng.
- Nêu được sóng âm, âm thanh, hạ âm, siêu âm là gì.
- Nêu được cường độ âm và mức cường độ âm là gì, đơn vị đo mức cường độ âm.
- Nêu được ví dụ để minh họa cho khái niệm âm sắc. Trình bày được sơ lược về âm cơ bản, các họa âm.
- Nêu được các đặc trưng sinh lí (độ cao, độ to và âm sắc) và các đặc trưng vật lí (tần số, mức cường độ âm và các họa âm) của âm.
- Mô tả được hiện tượng giao thoa của hai sóng mặt nước và nêu được các điều kiện để có sự giao thoa của hai sóng.
- Mô tả được hiện tượng sóng dừng trên một sợi dây và nêu được điều kiện để có sóng dừng khi đó.
- Nêu được tác dụng của hộp cộng hưởng âm.

Kĩ năng

- Viết được phương trình sóng.
- Giải được các bài toán đơn giản về giao thoa và sóng dừng.
- Giải thích được sơ lược hiện tượng sóng dừng trên một sợi dây.
- Xác định được bước sóng hoặc tốc độ truyền âm bằng phương pháp sóng dừng.

BÀI 5 SÓNG CƠ. PHƯƠNG TRÌNH SÓNG

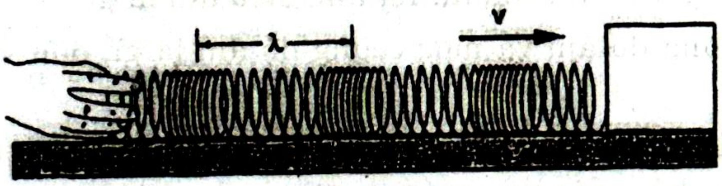
I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Sóng cơ

a) Ném một viên đá xuống mặt nước hồ ta thấy trên mặt nước xuất hiện những vòng tròn đồng tâm lồi, lõm xen kẽ nhau lan rộng dần tạo thành sóng mặt nước. Sóng mặt nước truyền theo các phương khác nhau trên mặt nước với *cùng một tốc độ v*. Có thể tạo sóng mặt nước bằng cách sau : Gắn một kim nhọn S vuông góc với đầu một thanh thép mỏng đàn hồi, đầu kia thanh thép được giữ cố định. Sau đó cho đầu mũi nhọn S chạm vào mặt nước (đựng trong một cái chậu) tại điểm O, rồi gõ nhẹ thanh thép cho đầu mũi nhọn S dao động. Ta thấy dao động từ điểm O (O thường được gọi là tâm sóng) lan truyền đi dưới dạng gợn sóng trên mặt nước, tạo thành sóng mặt nước. *Sóng cơ là dao động cơ lan truyền trong một môi trường.*

b) Khi các phần tử của môi trường dao động theo phương vuông góc với phương truyền sóng, ta gọi đó là *sóng ngang*. Ví dụ như sóng mặt nước (khi có sóng, một mẩu xốp nhỏ nổi trên mặt nước dao động lên xuống tại chỗ).

Khi các phần tử của môi trường dọc theo phương truyền sóng ta gọi đó là *sóng dọc*. Ví dụ khi truyền cho một đầu lò xo một dao động theo trục của lò xo (Hình 5.1), các vòng lò xo lần lượt bị nén rồi bị dãn, truyền dao động đi dọc theo trục lò xo tạo thành sóng dọc.



Hình 5.1

c) Sóng cơ được tạo thành nhờ lực liên kết đàn hồi giữa các phần tử của môi trường truyền dao động và các phần tử càng ở xa tâm dao động càng trễ pha hơn. Cần chú ý rằng, sóng dọc truyền được cả trong chất khí, chất lỏng và chất rắn, còn sóng ngang chỉ truyền được trong chất rắn. Tu nhiên do có suất căng mặt ngoài lớn nên mặt nước tác dụng như mộ màng sao su, và do đó, cũng truyền được sóng ngang.

Sóng cơ không truyền được trong chân không.

2. Các đại lượng đặc trưng của sóng cơ

a) Tất cả các phần tử của sóng đều dao động với cùng chu kì T và tần số f gọi là *chu kì và tần số của sóng*.

b) *Biên độ sóng* tại mỗi điểm không gian chính là biên độ dao động củ phần tử môi trường tại điểm đó.

c) Quãng đường mà sóng truyền đi được trong một chu kì dao động gọi l *bước sóng*, kí hiệu λ. Bước sóng cũng là khoảng cách giữa hai điểm gầ nhau nhất của sóng có cùng pha.

d) *Tốc độ truyền sóng* v là tốc độ truyền biến dạng trong môi trường, đ cũng chính là tốc độ truyền pha dao động. Trong thời gian bằng một ch kì T sóng truyền đi được một khoảng bằng một bước sóng λ : $v = \frac{\lambda}{T} = f\lambda$

Trong khi sóng truyền đi các phần tử của môi trường vẫn dao động quan vị trí cân bằng của nó. Tốc độ truyền sóng phụ thuộc vào môi trường.

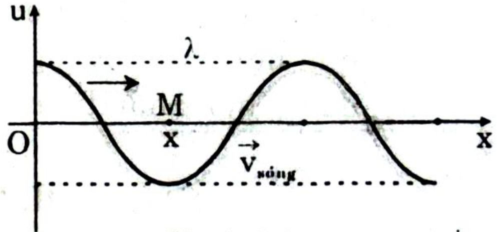
Tốc độ truyền sóng ngang trên dây : $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$.

(F là lực căng dây; μ là khối lượng của một đoạn dây có độ dài 1m).

e) Năng lượng sóng là năng lượng dao động của các phần tử của môi trường có sóng truyền qua.

+ Đối với sóng truyền từ một nguồn điểm trên mặt phẳng, khi sóng truyền ra xa, năng lượng sóng giảm tỉ lệ nghịch với quãng đường truyền sóng.
+ Đối với sóng truyền từ một nguồn điểm trong không gian, năng lượng sóng giảm tỉ lệ nghịch với bình phương quãng đường truyền sóng.
+ Khi sóng chỉ truyền theo một phương (trường hợp lí tưởng) năng lượng sóng không bị giảm đi.

3. Phương trình sóng



Hình 5.2

a) Xét một *sóng ngang* truyền dọc theo chiều dương của trục Ox (Hình 5.2) (sóng truyền trên một sợi dây mềm, dài căng ngang chẳng hạn). Bỏ qua lực cản, như vậy biên độ dao động tại mọi điểm của sóng là như nhau. Chọn gốc tọa độ O là điểm sóng đi qua lúc bắt đầu quan sát. Phần tử của sóng ở O dao động theo phương vuông góc với trục Ox có li độ được kí hiệu là u. Giả sử dao động của phần tử O của sóng là điều hòa, li độ u biến thiên theo hàm số cosin của thời gian : $u_0(t) = A\cos\omega t = A\cos\frac{2\pi}{T}t$, với ω là tần số góc của sóng. Sóng cần một thời gian $t = \frac{x}{v}$ để truyền từ O đến M, $\overline{OM} = x$. Do đó, li độ dao động tại điểm M, kí hiệu là u_M vào thời điểm t sẽ bằng li độ u_0 tại O vào thời điểm $t - \frac{x}{v}$, nghĩa là :

$$u_M(t) = u(x, t) = u_0\left(t - \frac{x}{v}\right) = A\cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right)\right]$$

hay $$u_M(t) = A\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right]$$

Đó là *phương trình sóng*, xác định li độ u tại một điểm M bất kì trên đường truyền sóng.

Nếu sóng truyền ngược chiều với chiều dương của trục Ox thì phương trình sóng có dạng : $u_M(t) = A\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda}\right)\right]$.

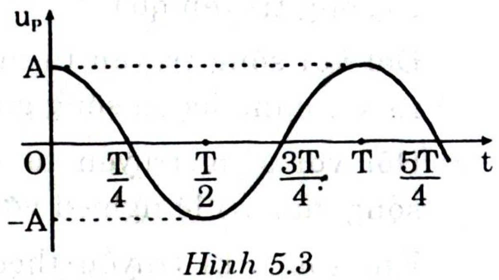
b) Tính chất của sóng

Sóng vừa có tính tuần hoàn theo thời gian, vừa có tính tuần hoàn theo không gian.

- Đối với một phần tử tại điểm P xác định (x = d) của môi trường thì li độ u_P của nó là hàm cosin của thời gian t :

$$u_P = A\cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$$

(có đồ thị biểu diễn như trên hình 5.3)



Hình 5.3

- Tại thời điểm xác định t_0, tất cả các phần tử của sóng có vị trí xác định theo công thức : $u(x, t_0) = A\cos\left(\frac{2\pi}{T}t_0 - \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$

và ta có đồ thị biểu diễn như trên hình 5.2. Đó là hình dạng của sóng ở một thời điểm xác định, nó có dạng sin. Ta gọi đó là *sóng dạng sin* (trường hợp sóng ngang truyền trên sợi dây thì đó chính là hình dạng của sợi dây ở một thời điểm xác định).

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Một người quan sát một chiếc lá trên mặt hồ thấy nó nhấp nhô 4 lần trong 12s, khoảng cách giữa 3 đỉnh sóng lân cận là 6m. Tốc độ truyền sóng trên mặt hồ là bao nhiêu ?

Bài giải

Lá nhấp nhô 4 lần trong thời gian 12s, tức là trong 12s, lá thực hiện 3 dao động, suy ra chu kì sóng là T = 4s.

Khoảng cách giữa ba đỉnh sóng kề nhau là 6m, suy ra bước sóng λ = 3m.

Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $v = \frac{\lambda}{T} = 0{,}75$ m/s.

Ví dụ 2. Một phần tử của môi trường tại điểm M, cách tâm sóng O một khoảng x = 2m, dao động với tần số 0,5Hz, biên độ 3cm. Viết phương trình dao động của phần tử tại điểm M, biết rằng tâm O dao động với phương trình $u_O = A\cos2\pi ft$. Tốc độ truyền sóng là v = 2 m/s.

Bài giải

Từ phương trình dao động của tâm sóng O : $u_O = A\cos2\pi ft$, ta suy ra phương trình dao động của phần tử môi trường tại điểm M, cách O đoạn x là : $u_M = A\cos\left(2\pi ft - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$ (cm)

Với : $\omega = 2\pi f = 2\pi$ (rad/s); A = 3cm; x = 2m; $\lambda = \frac{v}{f} = 4$m

Vậy : $u_M = 3\cos(2\pi t - \pi)$ (cm).

Ví dụ 3. Một mũi nhọn S được gắn vào đầu một lá thép nằm ngang và chạm nhẹ vào mặt nước tại điểm O. Khi lá thép dao động với tần số f = 120Hz, tạo ra trên mặt nước một sóng có biên độ 0,6cm. Biết khoảng cách giữa 9 gợn lồi liên tiếp là 4cm.

a) Tính tốc độ truyền sóng trên mặt nước.

b) Viết phương trình dao động của phần tử tại điểm M trên mặt nước cách
một khoảng d = 12cm.

Bài giải

a) $v = \lambda.f = \frac{4}{8}.120 = 60$ (cm/s).

b) Chọn gốc thời gian lúc phần tử nước tại O đi qua vị trí cân bằng (trê
mặt thoáng) theo chiều dương đi lên.

– Phương trình dao động của O :

$$x = A\cos\omega t = A\cos 2\pi ft = 0{,}6\cos 240\pi t \text{ (cm)}$$

– Phương trình dao động của phần tử tại điểm M bất kì, cách O một đoạn d

$$x = A\cos 2\pi f\left(t - \frac{d}{v}\right) = 0{,}6\cos 240\pi\left(t - \frac{d}{60}\right) \text{(cm)}$$

– Tại điểm M : d = 12cm

$$x = 0{,}6\cos 240\pi(t - 0{,}2) \text{ (cm)}.$$

Ví dụ 4. Ở đầu một thanh thép đàn hồi dao động với tần số 16Hz có gắn mộ quả cầu nhỏ chạm nhẹ vào mặt nước. Trên mặt nước hình thành một són tròn tâm O. Tại A và B trên mặt nước, nằm cách xa nhau 6cm trên mộ đường thẳng qua O, luôn dao động cùng pha với nhau. Biết tốc độ truyề sóng có trị số trong khoảng 0,4 m/s ≤ v ≤ 0,6 m/s. Tính tốc độ truyền són trên mặt nước.

Bài giải

Vì hai điểm nằm trên cùng một phương truyền sóng, luôn dao động cùn pha nên khoảng cách giữa chúng phải là một số nguyên lần bước sóng :

$$l = AB = k\lambda$$

Mặt khác : $\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow v = \frac{lf}{k}$

Theo đề bài : $l = 6$cm; $f = 16$Hz; $40 \text{ cm/s} \le v \le 60 \text{ cm/s}$

Ta có : $40 \le \frac{96}{k} \le 60 \Rightarrow 1{,}6 \le k \le 2{,}4$

Vì k là số nguyên nên : k = 2 và $v = \frac{lf}{k} = 48$ cm/s.

Ví dụ 5. Bước sóng là :

A. khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng v dao động cùng pha với nhau.

B. khoảng cách giữa hai điểm dao động cùng pha trên phương truyền sóng.

C. khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng v dao động ngược pha.

D. quãng đường sóng truyền được trong một đơn vị thời gian.

Hướng dẫn chọn đáp án

Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng và dao động cùng pha với nhau. *Chọn A.*

Ví dụ 6. Một sóng cơ lan truyền với tốc độ 16 m/s, bước sóng 0,8m. Chu kì của sóng đó là :

A. 0,05s B. 0,1s C. 5s D. 20s.

Hướng dẫn chọn đáp án

Áp dụng công thức tính bước sóng $\lambda = vT \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = 0{,}05s$. *Chọn A.*

Ví dụ 7. Một sóng ngang truyền trên sợi dây đàn hồi rất dài với tốc độ 0,2 m/s, chu kì sóng là 10s. Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên dây dao động ngược pha nhau là :

A. 1m B. 1,5m C. 2m D. 0,5m.

Hướng dẫn chọn đáp án

Bước sóng : $\lambda = vT = 0{,}2.10 = 2m$

Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên dây dao động ngược pha nhau là : $d_{min} = \frac{\lambda}{2} = 1m$. *Chọn A.*

Ví dụ 8. Trên mặt nước yên tĩnh có một nguồn điểm O dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với tần số f. Khi đó trên mặt nước hình thành hệ sóng tròn đồng tâm O. Hai điểm A và B, nằm cách nhau 6cm trên đường thẳng đi qua O, luôn dao động ngược pha với nhau. Biết rằng, tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 60 cm/s và tần số của nguồn dao động có trị số trong khoảng từ 46,5Hz đến 60,5Hz. Tần số dao động của nguồn là :

A. 60Hz B. 48Hz C. 58Hz D. 55Hz.

Hướng dẫn chọn đáp án

Vì A và B dao động ngược pha nên :

$$d = (2k+1)\frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{v}{2f} \quad \Rightarrow \quad f = (2k+1)\frac{v}{2d} = 5(2k+1)$$

Vì $46{,}5 \le f \le 60{,}5 \quad \Leftrightarrow \quad 46{,}5 \le 5(2k+1) \le 60{,}5 \quad \Rightarrow \quad 4{,}2 \le k \le 5{,}6$

Vì k nguyên, ta chọn k = 5, nên : f = 55Hz. *Chọn D.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

5.1. Một mũi nhọn S chạm nhẹ vào mặt nước dao động điều hòa với tần số 20Hz thì thấy hai điểm A và B trên mặt nước, cùng nằm trên một phương truyền sóng, cách nhau một khoảng d = 10cm, luôn luôn dao động ngược pha nhau. Tính tốc độ truyền sóng, biết rằng nó có giá trị trong khoảng từ 0,8 m/s đến 1 m/s.

5.2. Cho một sóng ngang có phương trình sóng là $u = 2\cos 4\pi\left(\dfrac{t}{0,5} - \dfrac{x}{2}\right)$(mm), trong đó x tính bằng cm, t tính bằng giây. Tìm chu kì của sóng.

5.3. Tại điểm S trên mặt nước yên tĩnh có nguồn dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với tần số f. Khi đó trên mặt nước hình thành hệ sóng tròn đồng tâm S. Hai điểm M, N nằm cách nhau 5cm trên đường thẳng đi qua S luôn dao động ngược pha với nhau. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 80 cm/s và tần số của nguồn dao động thay đổi trong khoảng từ 48Hz đến 64Hz. Tìm tần số dao động của nguồn.

5.4. Sóng cơ là :

A. sự lan truyền dao động của vật chất theo thời gian.

B. những dao động cơ lan truyền trong một môi trường.

C. sự lan tỏa vật chất trong không gian.

D. sự lan truyền biên độ dao động của các phần tử vật chất theo thời gian.

5.5. Chọn phát biểu đúng về sóng cơ trong các phát biểu dưới đây :

A. Chu kì dao động chung của các phần tử vật chất khi có sóng truyền qua gọi là chu kì sóng.

B. Đại lượng nghịch đảo của tần số góc gọi là tần số của sóng.

C. Tốc độ dao động của các phần tử vật chất gọi là tốc độ của sóng.

D. Năng lượng của sóng luôn luôn không đổi trong quá trình truyền sóng.

5.6. Sóng ngang là sóng :

A. được truyền đi theo phương ngang.

B. có phương dao động vuông góc với phương truyền sóng.

C. được truyền theo phương thẳng đứng.

D. có phương dao động trùng với phương truyền sóng.

5.7. Sóng dọc là sóng :

A. được truyền đi theo phương ngang.

B. có phương dao động trùng với phương truyền sóng.

C. được truyền theo phương thẳng đứng.

D. có phương dao động vuông góc với phương truyền sóng.

5.8. Khoảng cách ngắn nhất giữa hai điểm trong môi trường đàn hồi dao động lệch pha $\dfrac{\pi}{2}$ là :

A. λ　　B. $\dfrac{\lambda}{2}$　　C. $\dfrac{\lambda}{4}$　　D. $\dfrac{\lambda}{8}$.

5.9. Tại điểm S trên mặt nước yên tĩnh có nguồn dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với tần số 20Hz. Khi đó trên mặt nước hình thành hệ sóng tròn đồng tâm S. Hai điểm M, N nằm cách nhau 10cm trên đường thẳng đi qua S, luôn dao động cùng pha với nhau. Biết rằng, tốc độ truyền sóng có trị số trong khoảng từ 0,65 m/s đến 0,76 m/s. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là :

A. 0,67 m/s B. 80 cm/s C. 70 cm/s D. 72 cm/s.

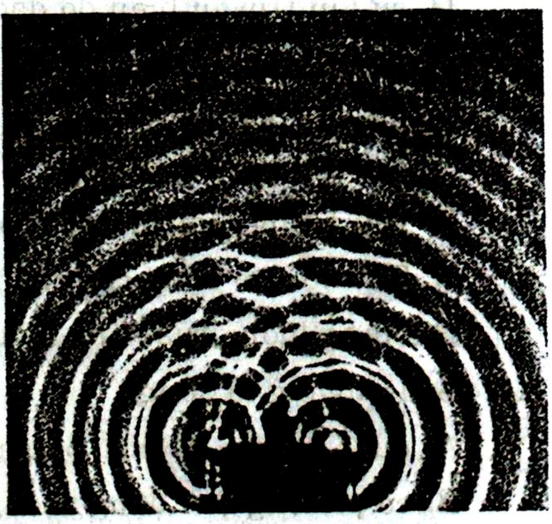
BÀI 6 GIAO THOA SÓNG

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Sự giao thoa của hai sóng mặt nước

a) Giữ cố định một đầu của một thanh thép đàn hồi, đầu kia gắn một đoạn dây kim loại cứng hình chữ U có hai quả cầu nhỏ S_1 và S_2 ở hai đầu. Cho hai quả cầu chạm vào mặt nước trong khay, sau đó bật nhẹ cho thanh thép dao động. Hai quả cầu dao động theo, chúng trở thành hai nguồn dao động, làm cho các phần tử trên mặt nước tại S_1 và S_2 dao động cùng tần số, cùng phương, cùng pha, cùng biên độ, tạo ra hai sóng lan truyền đi từ S_1, S_2 có cùng tần số, cùng bước sóng.

Quan sát mặt nước ta thấy trên đó xuất hiện các gợn sóng nước lồi, lõm ổn định có dạng đường hyperbol (Hình 6.1 là ảnh chụp mặt nước nhìn từ trên xuống).



Hình 6.1

b) Hai nguồn dao động S_1, S_2 với cùng tần số và độ lệch pha không đổi theo thời gian gọi là hai *nguồn kết hợp*. Hai sóng do hai nguồn kết hợp tạo ra gọi là hai *sóng kết hợp*. Hiện tượng hai sóng kết hợp gặp nhau tạo thành các gợn sóng ổn định như trên gọi là *hiện tượng giao thoa*; các gợn sóng có hình các đường hyperbol gọi là các *vân giao thoa*.

Hiện tượng giao thoa là hiện tượng hai sóng kết hợp khi gặp nhau thì có những điểm xác định tại đó chúng luôn luôn hoặc tăng cường nhau, hoặc làm yếu nhau (hay triệt tiêu nhau).

2. Cực đại và cực tiểu giao thoa

- Xét hai nguồn S_1 và S_2 dao động theo phương trình :

$$u_1 = u_2 = A\cos\omega t = A\cos\frac{2\pi}{T}t.$$

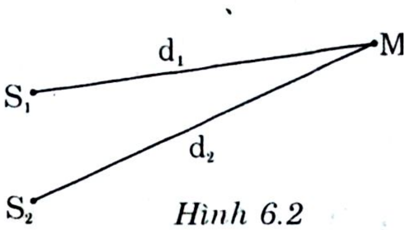
Tại điểm M, có sự tổng hợp của hai dao động gửi đến M từ hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 :

$$u_{1M} = A\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{d_1}{\lambda}\right), \quad u_{2M} = A\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{d_2}{\lambda}\right)$$

kết quả là dao động tổng hợp tại M có biểu thức $u = u_{1M} + u_{2M}$ (Hình 6.2)

$$u = 2A\cos\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{d_1 + d_2}{2\lambda}\right),$$

với $d_1 = S_1M$; $d_2 = S_2M$ là đường đi của hai sóng S_1, S_2 tới M.



Hình 6.2

Dao động tổng hợp tại M có biên độ :

$$A_M = 2A\left|\cos\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1)\right| = 2A\left|\cos\frac{\Delta\varphi}{2}\right|$$

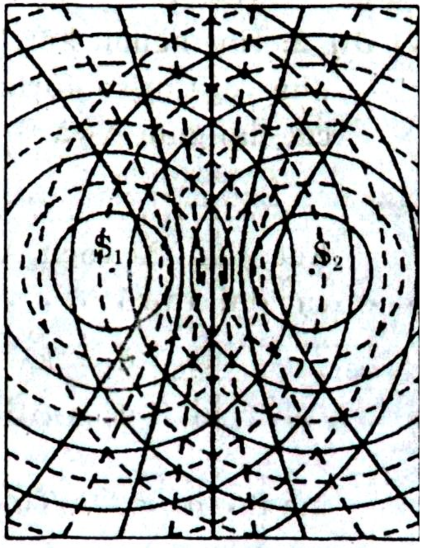
$d_2 - d_1$ là *hiệu đường đi* của hai sóng kết hợp; $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(d_2 - d_1)$ là đ lệch pha của hai dao động từ S_1 và S_2 truyền đến M.

+ Tại những điểm M_1 mà $d_2 - d_1 = k\lambda$ ($k = 0; \pm1; \pm2; \ldots$) thì dao động tổng hợp tại M_1 có biên độ cực đại ($A_M = 2A$), ta có *cực đại giao thoa.*

+ Tại những điểm M_2 mà $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$ ($k = 0; \pm1; \pm2; \ldots$) thì dao động tổng hợp tại M_2 có biên độ cực tiểu ($A_M = 0$), ta có *cực tiểu giao thoa.*

Như vậy, tùy thuộc hiệu đường đi $d_2 - d_1$ mà khi hai sóng kết hợp gặp nhau tại M chúng có thể luôn tăng cường nhau làm cho phần tử tại M dao động mạnh lên, hoặc triệt tiêu nhau làm cho phần tử tại M đứng yên.

Trong trường hợp giao thoa của sóng trên mặt nước, quỹ tích của các điểm dao động với biên độ cực đại và quỹ tích của các điểm dao động với biên độ cực tiểu là các đường hyperbol xen kẽ nhau như đã quan sát được (Hình 6.1). Trên hình 6.3, cực đại giao thoa *(vân giao thoa cực đại)* là những đường hyperbol nét liền, còn cực tiểu giao thoa *(vân giao thoa cực tiểu)* là những đường hyperbol nét đứt. Các vòng tròn nét liền và nét đứt có tâm tại S_1 và S_2 là các gợn sóng lồi lõm do S_1 và S_2 tạo ra một cách riêng rẽ.



Hình 6.3

3. Điều kiện giao thoa

Điều kiện cần và đủ để hai sóng giao thoa được với nhau là hai sóng đ phải là hai sóng kết hợp, xuất phát từ hai nguồn dao động có cùng tần số cùng phương dao động và có độ lệch pha không đổi theo thời gian. (Trong trường hợp giao thoa của hai sóng mặt nước đã xét ở trên, hai nguồn kết hợp có cùng pha).

Hiện tượng giao thoa là một hiện tượng đặc trưng của sóng, tức là mọi quá trình sóng đều có thể gây ra hiện tượng giao thoa. Ngược lại, quá trình vật lí nào gây được sự giao thoa cũng tất yếu là một quá trình sóng.

- *Một hiện tượng đặc trưng nữa của sóng là hiện tượng nhiễu xạ*. Đó là hiện tượng sóng khi gặp vật cản thì đi lệch khỏi phương truyền thẳng và đi vòng ra phía sau vật cản.

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

í dụ 1. Trong thí nghiệm giao thoa sóng, người ta tạo ra trên mặt nước hai nguồn sóng A, B dao động với phương trình $u_A = u_B = 5\cos 10\pi t$ (cm). Tốc độ truyền sóng 20 cm/s. Điểm N trên mặt nước với AN – BN = –10cm nằm trên đường dao động cực đại hay cực tiểu thứ mấy, kể từ đường trung trực của AB ?

Bài giải

Ta có : $\lambda = 4\text{cm}; \quad \dfrac{AN - BN}{\lambda} = -\dfrac{10}{4} = -2,5$

$$\Rightarrow \quad AN - BN = -2,5\lambda = \left(-3 + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

⇒ N nằm trên đường đứng yên thứ 3, ở bên trái của đường trung trực của AB.

í dụ 2. Hai nguồn kết hợp A và B cách nhau một đoạn 7cm, dao động cùng pha với tần số 40Hz, tốc độ truyền sóng là 0,6 m/s. Tìm số điểm dao động cực đại giữa A và B.

Bài giải

Xét điểm M cách A, B lần lượt một khoảng d_1, d_2 dao động với biên độ cực đại, ta có :

$$\begin{cases} d_2 - d_1 = k\lambda \\ d_1 + d_2 = AB \end{cases} \quad \text{với } k \in \mathbb{Z} \quad \text{suy ra} \quad d_1 = \frac{AB + k\lambda}{2}$$

mà $0 < d_1 < AB$. Từ đó $0 < \dfrac{AB + k\lambda}{2} < AB$ hay $-\dfrac{AB}{\lambda} < k < \dfrac{AB}{\lambda}$

Thay số ta có : $-\dfrac{7}{1,5} < k < \dfrac{7}{1,5}$ hay $-4,76 < k < 4,76$

Từ đó k = –4; –3; –2; –1; 0; 1; 2; 3; 4.

Vậy số điểm dao động cực đại là 9.

í dụ 3. Trong thí nghiệm giao thoa sóng, người ta tạo ra trên mặt nước hai nguồn sóng A, B dao động với phương trình $u_A = u_B = 5\cos 10\pi t$ (cm). Tốc độ truyền sóng 20 cm/s. Viết phương trình dao động ở M trên mặt nước cách A, B lần lượt là 7,2cm và 8,2cm.

Bài giải

Ta có : $u_M = 2A\cos\left[\frac{\pi}{2}(d_2 - d_1)\right]\cos\left(\omega t - \pi\frac{d_1 + d_2}{\lambda}\right)$

Theo đề bài : $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{10\pi}{2\pi} = 5\text{Hz}$, do đó : $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{20}{5} = 4\text{cm}$

Ngoài ra $d_1 = 7{,}2\text{cm}$; $d_2 = 8{,}2\text{cm}$; do đó :

$$\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1) = \frac{\pi}{4} \quad \Rightarrow \quad 2A\cos\left[\frac{\pi}{4}(d_2 - d_1)\right] = 2.5.\frac{\sqrt{2}}{2} = 5\sqrt{2}\ (\text{cm})$$

và $\frac{\pi}{\lambda}(d_2 + d_1) = \frac{\pi}{4}(7{,}2 + 8{,}2) = 3{,}85\pi$

Phương trình dao động tại M là : $u_M = 5\sqrt{2}\cos(10\pi t - 3{,}85\pi)\ (\text{cm})$.

Ví dụ 4. Hai nguồn kết hợp là hai nguồn dao động :

A. cùng tần số.

B. cùng pha.

C. cùng tần số, cùng pha hoặc có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

D. cùng tần số, cùng pha và cùng biên độ dao động.

Hướng dẫn chọn đáp án

Nguồn kết hợp là hai dao động cùng tần số, cùng pha hoặc có độ lệch ph không đổi theo thời gian. *Chọn C.*

Ví dụ 5. Hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 10cm, có phương trình dao độn là : $u_A = u_B = 5\cos 20\pi t$ (cm). Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 1 m/s Phương trình dao động tổng hợp tại trung điểm M của AB trên mặt nướ là :

A. $u_M = 10\cos(20\pi t - \pi)$ (cm) B. $u_M = 5\cos(20\pi t - \pi)$ (cm)

C. $u_M = 10\cos(20\pi t + \pi)$ (cm) D. $u_M = 5\cos(20\pi t + \pi)$ (cm).

Hướng dẫn chọn đáp án

Ta có : $u_M = 2A\cos\left[\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1)\right]\cos\left(\omega - \pi\frac{d_1 + d_2}{\lambda}\right)$

Thay số ta được : $u_M = 10\cos(20\pi t - \pi)$ (cm). *Chọn A.*

Ví dụ 6. Hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 80cm dao động cùng pha với tần s 20Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 3 m/s. Số điểm đứng yê không dao động trong đoạn AB là :

A. 13 B. 12 C. 10 D. 14.

Hướng dẫn chọn đáp án

Số điểm đứng yên trên đoạn AB xác định bởi : $N = \left[\frac{AB}{\lambda/2}\right] = 10$. *Chọn C.*

í dụ 7. Trong thí nghiệm giao thoa trên mặt nước, hai nguồn kết hợp S_1, S_2 dao động có tần số 10Hz. Tại điểm M cách S_1 một khoảng 30cm và S_2 một khoảng 25,5cm, sóng có biên độ cực đại. Giữa M và đường trung trực của S_1S_2 có 2 vân giao thoa cực đại. Tốc độ truyền sóng có giá trị là :

A. 45 cm/s B. 15 cm/s C. 30 cm/s D. 40 cm/s.

Hướng dẫn chọn đáp án

Ta có điều kiện : $d_2 - d_1 = k\lambda$ với k = 1; 2; 3; ...

Giữa M và đường trung trực của S_1S_2 có 2 vân giao thoa cực đại, chứng tỏ M thuộc vân giao thoa cực đại thứ ba (k = 3).

$$d_2 - d_1 = 3\lambda = 30 - 25,5 = 4,5 \quad \Rightarrow \quad \lambda = 1,5\text{cm}$$

Từ đó : $v = \lambda f = 15$ cm/s. *Chọn B.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

6.1. Hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 16cm, cùng pha, dao động vuông góc với mặt nước theo phương trình $u = A\cos 50\pi t$ (cm). C là một điểm trên mặt nước thuộc vân giao thoa cực tiểu, giữa C và trung điểm của AB có một vân giao thoa cực đại. Biết AC = 17,2cm; BC = 13,6cm. Tìm số vân giao thoa cực đại trong đoạn AB.

6.2. Hai mũi nhọn A, B cách nhau một khoảng L = 10cm chạm vào mặt nước cùng dao động với phương trình $u_A = u_B$ $5\cos 10\pi t$ (mm), tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 40 cm/s. Tìm số các gợn đứng yên trong đoạn AB.

6.3. Hai nguồn sóng kết hợp S_1, S_2 cách nhau 12cm, dao động cùng pha, phát sóng có tần số f = 40Hz, tốc độ truyền sóng v = 2 m/s. Tìm số vân giao thoa cực đại.

6.4. Trong quá trình giao thoa sóng, gọi $\Delta\varphi$ là độ lệch pha của hai sóng thành phần cùng tần số và cùng pha. Biên độ dao động tổng hợp tại điểm M trong vùng giao thoa đạt giá trị cực đại khi $\Delta\varphi$ có trị số bằng :

A. $2n\pi$ B. $(2n + 1)\pi$ C. $(2n + 1)\dfrac{\pi}{2}$ D. $(2n + 1)\dfrac{v}{2f}$.

6.5. Trong một thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A, B dao động với tần số 28Hz. Tại một điểm M cách các nguồn A, B lần lượt những khoảng $d_1 = 21$cm; $d_2 = 25$cm, sóng có biên độ cực đại. Giữa M và đường trung trực của AB có ba vân giao thoa cực đại khác. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là :

A. 37 cm/s B. 112 cm/s C. 28 cm/s D. 0,57 cm/s.

6.6. Hai sóng có cùng chu kì và có biên độ A và B gặp nhau. Dao động tổng hợp có biên độ bằng :

A. A + B B. $|A - B|$

C. trong khoảng A + B và $|A - B|$ D. không xác định.

6.7. Hai sóng kết hợp, có cùng biên độ A, giao thoa với nhau. Biên độ của dao động tổng hợp có giá trị bằng :

A. 2A
B. trong khoảng từ –2A đến 2A
C. trong khoảng từ 0 đến 2A
D. 4A.

6.8. Trên mặt chất lỏng có hai nguồn kết hợp A, B dao động cùng pha với chu kì 0,02s. Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 15 cm/s. Điểm M_1 cách A, B lần lượt những khoảng $d_1 = 12$cm; $d_2 = 14{,}4$cm và M_2 cách A, B lần lượt những khoảng $d'_1 = 16{,}5$cm; $d'_2 = 19{,}05$cm. Trạng thái dao động của các điểm M_1 và M_2 là :

A. M_1 và M_2 dao động với biên độ cực đại.

B. M_1 đứng yên, M_2 dao động với biên độ cực đại.

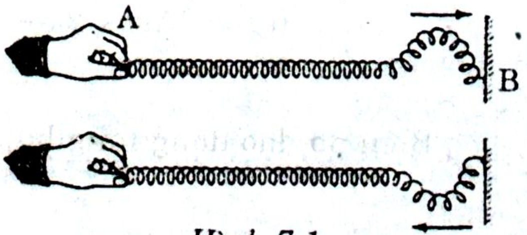
C. M_1 dao động với biên độ cực đại, M_2 đứng yên.

D. M_1 và M_2 đều đứng yên.

BÀI 7 SÓNG DỪNG

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Sự phản xạ của sóng



Hình 7.1

Khi một sóng truyền tới gặp vật cản cố định, sóng đó *bị phản xạ*, truyền theo chiều ngược lại. Sóng phản xạ có cùng tần số và cùng bước sóng với sóng tới nhưng luôn luôn ngược pha với sóng tới ở điểm phản xạ cố định. (Hình 7.1, sóng truyền trên một lò xo đàn hồi có đầu B cố định khi đưa lên đưa xuống đầu A của lò xo).

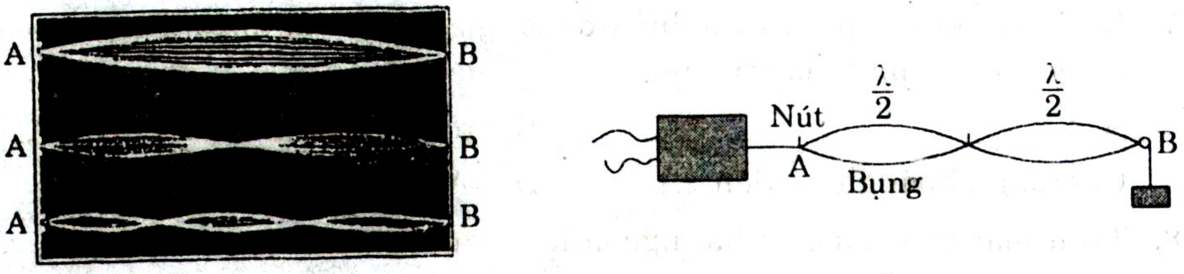
Khi phản xạ trên vật cản tự do, sóng phản xạ cùng tần số và cùng bước sóng với sóng tới và luôn luôn cùng pha với sóng tới ở điểm phản xạ tự do.

2. Sóng dừng

a) Hiện tượng sóng dừng

Sóng tới và sóng phản xạ, nếu truyền theo cùng một phương, thì có thể giao thoa với nhau, và tạo thành một hệ *sóng dừng*. Hai sóng thành phần vẫn truyền đi theo hai chiều khác nhau nhưng sóng tổng hợp "dừng lại" tại chỗ.

Trên hình 7.2 là hình ảnh sóng dừng trên sợi dây AB căng ngang, đầu A được kích thích dao động. Tùy thuộc tần số kích thích mà ta có các hình ảnh khác nhau (như ở hình 7.2a chẳng hạn, do hiện tượng lưu ảnh của mắt nên ta thấy có những chỗ hình như dây bị phồng to ra).



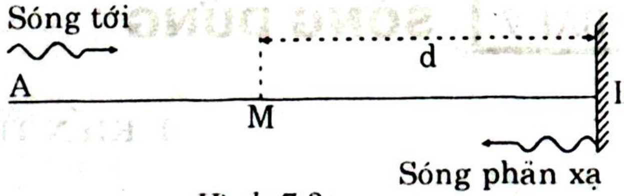
a)   b)

Hình 7.2

Trong sóng dừng, trên dây AB ta thấy có những điểm luôn luôn đứng yên, gọi là (điểm) *nút*, và có những điểm luôn luôn dao động với biên độ cực đại, gọi là (điểm) *bụng* (đầu A của sợi dây dao động cưỡng bức với biên độ rất nhỏ, nên có thể coi như đứng yên và là một nút). Kết quả cho thấy các các nút và bụng xen kẽ nhau, cách đều nhau, *khoảng cách giữa hai nút liên tiếp, hoặc giữa hai bụng liên tiếp, bằng nửa bước sóng.*

b) Vị trí các nút và các bụng

Xét một sợi dây AB có độ dài l có đầu B cố định, còn đầu A dao động liên tục với biên độ A, chu kì T (bước sóng λ). Dao động tổng hợp tại điểm M trên dây cách B một khoảng d là (Hình 7.3) :



Hình 7.3

$$u_M = 2A\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right)\cos\left(2\pi\frac{t}{T} - \frac{\pi}{2}\right)$$

Biên độ dao động tổng hợp tại M : $A_M = 2A\left|\cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right)\right|$

Các điểm nút cách B một đoạn $d = k\frac{\lambda}{2}$ (k = 0; 1; 2; ...), còn các điểm bụng cách B một đoạn : $d' = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}$.

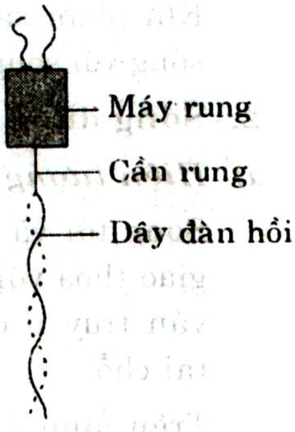
3. Điều kiện để có sóng dừng

a) *Điều kiện để có sóng dừng trên một sợi dây có một đầu cố định, một đầu tự do (đầu cố định là nút, đầu tự do là bụng)* là :

$$l = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} = (2k + 1)\frac{\lambda}{4} \quad (k = 0; 1; 2; ...)$$

hay $\lambda = m\frac{\lambda}{4}$, m = 1; 3; 5; ... (Hình 7.4)

(số nút sóng là $n = k + 1 = \frac{m+1}{2}$).



Hình 7.4

b) Nếu *cả hai đầu A và B đều cố định, hoặc một đầu cố định và một đầu dao động với biên độ nhỏ* (hai đầu đều là nút, Hình 7.2b) thì dao động tổng hợp tại điểm M trên dây cách B một khoảng d có biên độ là : $A_M = 2A\left|\cos 2\pi\frac{d}{\lambda}\right|$.

Điều kiện để có sóng dừng trên một sợi dây có hai đầu cố định (hai đầu cố định là hai nút) : $l = n\frac{\lambda}{2}$ (n = 1; 2; ...) (**n** là số bụng sóng; số nút sóng bằng n + 1).

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Một sợi dây đàn hồi AB dài 1,2m, đầu A cố định và đầu B tự do, dao động với tần số f và trên dây có sóng lan truyền với tốc độ 24 m/s. Quan sát sóng dừng trên dây người ta thấy có n = 9 nút. Tính tần số dao động của dây.

Bài giải

Vì đầu A cố định và đầu B tự do nên để trên dây xảy ra hiện tượng sóng dừng thì :

$$l = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2f}, \text{ với } k = n - 1 = 8$$

Từ đó : $f = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2l} = \left(8 + \frac{1}{2}\right)\frac{24}{2,4} = 85\text{Hz}$.

Ví dụ 2. Một sợi dây đàn ghita dài 1m, được rung với tần số 200Hz. Quan sát sóng dừng trên dây, người ta thấy có 6 nút (kể cả ở hai đầu dây). Tính tốc độ truyền sóng trên dây.

Bài giải

Vì dây đàn có hai đầu cố định nên để trên dây xảy ra hiện tượng sóng dừng thì :

$$l = n\frac{\lambda}{2} = n\frac{v}{2f} \quad \Rightarrow \quad v = \frac{2lf}{n} = 80 \text{ m/s}.$$

Ví dụ 3. Trên sợi dây PQ dài L = 1,5m, đầu A cố định và đầu P dao động điều hòa có phương trình $u_P = 5\cos 4\pi t$ (cm). Người ta đếm được từ P đến Q có 5 nút. Tính tốc độ truyền sóng trên dây.

Bài giải

Vì hai đầu cố định (đầu P xem như một nút) nên giữa A và P có 4 bụng.

Ta có : $L = n\frac{\lambda}{2} = n\frac{v}{2f}$

Theo đề bài : L = 1,5m; n = 4; $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{4\pi}{2\pi} = 2\text{Hz}$

Do đó : $v = \frac{2Lf}{n} = \frac{2.1,5.2}{4} = 1,5$ m/s.

í dụ 4. Một dây đàn hồi có độ dài L, hai đầu cố định. Sóng dừng trên dây có bước sóng dài nhất bằng :

A. 2L B. $\frac{L}{2}$ C. L D. $\frac{L}{4}$.

Hướng dẫn chọn đáp án

Sợi dây có hai đầu cố định cho sóng dừng có bước sóng dài nhất khi trên sợi dây hình thành một bụng sóng hay $\frac{\lambda}{2} = L \Rightarrow \lambda = 2L$. *Chọn A.*

í dụ 5. Một dây đàn hồi AB dài 60cm, hai đầu A và B cố định, đang dao động. Quan sát trên dây AB có 3 bụng sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là 4 m/s thì tần số sóng trên dây là :

A. 15Hz B. 20Hz C. 10Hz D. 25Hz.

Hướng dẫn chọn đáp án

Ta có : $n = 3 \Rightarrow \lambda = \frac{2l}{n} = \frac{2.60}{3} = 40\text{cm}$

$$\Rightarrow f = \frac{v}{f} = \frac{4}{0,4} = 10\text{Hz}.$$ *Chọn C.*

í dụ 6. Một dây đàn hồi dài 5m, một đầu gắn vào điểm cố định, đầu kia nối vào một nguồn tạo ra sóng ngang có tần số f = 8Hz và thấy có sóng dừng với 9 điểm nút (kể cả hai nút ở đầu dây). Tốc độ truyền sóng trên dây là :

A. 10 m/s B. 20 m/s C. 15 m/s D. 5 m/s.

Hướng dẫn chọn đáp án

Tổng số nút sóng là 9 nên có n = 9 − 1 = 8 bụng sóng

$$l = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2l}{n} = \frac{2.5}{8} = 1,25\text{m}$$

$$\Rightarrow v = \lambda f = 1,25.8 = 10 \text{ m/s}.$$ *Chọn A.*

Ví dụ 7. Một sợi dây AB căng ngang dài 1m với hai đầu cố định. Người ta tạo ra một sóng trên dây tần số f = 100Hz, tốc độ sóng v = 50 m/s. Ta quan sát thấy sóng dừng trên dây với :

A. 5 nút, 4 bụng B. 5 bụng, 4 nút

C. 3 nút, 2 bụng D. 5 bụng, 6 nút.

Hướng dẫn chọn đáp án

Ta có : $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{50}{100} = 0,5\text{m}$

Từ $l = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow n = \frac{2l}{n} = \frac{2}{0,5} = 4 \Rightarrow$ 4 bụng, 5 nút. *Chọn A.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

7.1. Trên sợi dây AB dài l, đầu B cố định và đầu A dao động điều hòa với tần số 20Hz thì trên dây có 5 nút. Muốn trên dây rung thành 2 bụng sóng thì A phải dao động với tần số bằng bao nhiêu ?

7.2. Một dây đàn violon có độ dài L, với hai đầu cố định. Người ta tạo ra sóng dừng trên dây với 3 bụng sóng. Bước sóng của sóng âm dừng trên dây có trị số là bao nhiêu ?

7.3. Sóng dừng xảy ra trên sợi dây AB dài 10cm với đầu A cố định, đầu B tự do, bước sóng bằng 8cm. Hỏi trên dây có bao nhiêu nút và bao nhiêu bụng ?

7.4. Sóng dừng xảy ra trên dây AB dài 20cm với hai đầu A, B cố định, bước sóng bằng 8cm. Hỏi trên dây có bao nhiêu nút và bao nhiêu bụng ?

7.5. Muốn có sóng dừng trên dây đàn hồi AB = l với hai đầu A và B cố định thì độ dài l là :

A. $l = k\lambda$ B. $l = (2k+1)\frac{\pi}{2}$ C. $l = k\frac{\lambda}{2}$ D. $l = (2k+1)\lambda$.

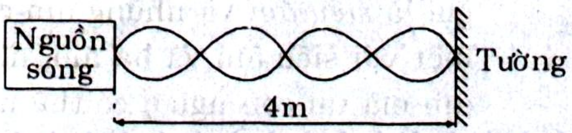
7.6. Trong hiện tượng sóng dừng, các điểm nút cách nhau một đoạn là :

A. $l = k\lambda$ B. $l = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ C. $l = k\frac{\lambda}{2}$ D. $l = \left(2k + \frac{1}{2}\right)\lambda$.

7.7. Bước sóng dài nhất của một sóng dừng có thể tạo ra trên một sợi dây dài 15cm, hai đầu cố định là :

A. 10cm B. 20cm C. 30cm D. 40cm.

7.8. Nguồn sóng đặt cách xa tường 4m và tạo ra sóng dừng trên sợi dây đàn hồi như hình 7.5. Nếu tốc độ truyền sóng trên dây là 10 m/s thì tần số dao động là :



Hình 7.5

A. 0,4Hz B. 10Hz C. 5Hz D. 40Hz.

BÀI 8 SÓNG ÂM. CÁC ĐẶC TRƯNG CỦA ÂM

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Sóng âm. Sự truyền âm. Âm nghe được

a) Dây đàn được gảy, mặt trống bị gõ... đều dao động và phát ra âm. Đó là các *nguồn âm*. Dao động âm được truyền trong không khí, tạo thành *sóng âm*, có cùng tần số với nguồn âm. Khi đến tai ta, sóng âm tác dụng lên màng nhĩ một áp suất biến thiên, làm cho màng nhĩ dao động, gây ra cho ta một cảm giác về âm. Cảm giác về âm phụ thuộc vào âm và tai người nghe. Khái niệm "sóng âm" đã được mở rộng cho các sóng cơ, bất kể ta người ta có nghe được không.

Như vậy *sóng âm là những sóng cơ truyền trong các môi trường khí, lỏng rắn.*

b) Trong chất khí và chất lỏng, sóng âm là sóng dọc, vì trong các chất này lực đàn hồi chỉ xuất hiện khi có biến dạng nén, dãn.

Trong chất rắn, sóng âm gồm cả sóng ngang và sóng dọc, vì lực đàn hồ xuất hiện cả khi có biến dạng lệch và biến dạng nén, dãn. Tốc độ truyề âm trong vật rắn là : $v = \sqrt{\frac{E}{D}}$, E là suất Y-âng; D là khối lượng riêng củ vật.

Sóng âm không truyền được trong chân không và khó truyền đi trong cá chất xốp và kém đàn hồi.

Khi sóng âm truyền qua không khí, mỗi phần tử không khí dao động quanh vị tı cân bằng theo phương trùng với phương truyền sóng, làm cho áp suất không kh tại mỗi điểm cũng dao động quanh giá trị trung bình nào đó. Sự lan truyền són âm cũng là sự lan truyền độ biến thiên áp suất (ứng suất) trong môi trường đà hồi. Độ biến thiên áp suất của âm rất nhỏ. Với tiếng sấm độ biến thiên đó cũn chỉ vài paxcan (trong khi áp suất khí quyển vào cỡ 10^5 Pa). Tai người có thể cảı nhận được những âm tạo nên độ biến thiên áp suất nhỏ tới 10^{-5} Pa đối với tần s khoảng $3000 \div 4000$Hz.

c) Tai con người chỉ có thể cảm nhận được (nghe thấy) những âm có tần s trong khoảng từ 16Hz đến 20000Hz. Những âm có tần số lớn hơn 20000H gọi là *siêu âm* và những âm có tần số nhỏ hơn 16Hz gọi là *hạ âm.* Để phâ biệt với siêu âm và hạ âm, người ta dùng thuật ngữ *âm thanh* để chỉ nhữn âm mà tai con người có thể nghe được.

d) Âm thanh thường được phân làm hai loại :

+ *Nhạc âm* (như tiếng nói, tiếng đàn, sáo...) là những sóng tuần hoàn c tần số xác định.

+ *Tạp âm* (như tiếng ồn, tiếng nổ, tiếng chân đi, tiếng gõ tấm kim loại ngh chói tai...) không phải là một quá trình tuần hoàn, không có tần số xá định.

2. Đặc trưng vật lí của âm

Ta chỉ xét các đặc trưng tiêu biểu nhất của nhạc âm.

a) Tần số âm là một trong các đặc trưng vật lí quan trọng nhất của âm.

b) Cường độ âm và mức cường độ âm

+ *Cường độ âm.* Sóng âm lan truyền đến đâu thì sẽ làm cho phần tử mô trường ở đó dao động : sóng âm mang theo năng lượng.

Cường độ âm I tại một điểm là đại lượng đo bằng lượng năng lượng m sóng âm tải qua một đơn vị diện tích đặt tại điểm đó, vuông góc với phương truyền sóng trong một đơn vị thời gian, có đơn vị là W/m^2.

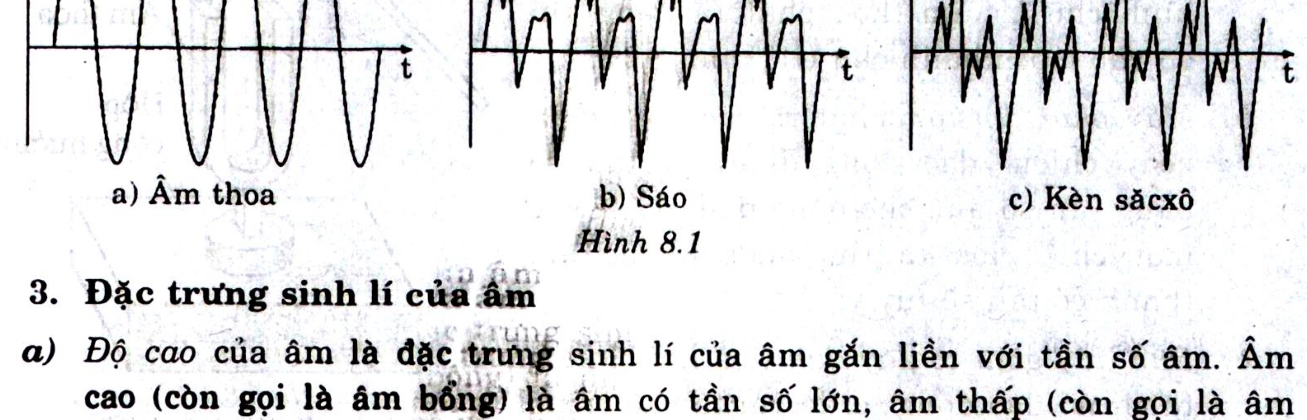
+ *Mức cường độ âm.* Các nghiên cứu cho thấy : âm có cường độ $I = 100I_0$ chỉ "nghe to gấp đôi" âm có cường độ I_0; âm có cường độ $I = 1000I_0$ chỉ "nghe to gấp ba" âm có cường độ I_0... Mặt khác $\frac{I}{I_0} = 100$ ứng với $\lg\frac{I}{I_0} = 2$; $\frac{I}{I_0} = 1000$ ứng với $\lg\frac{I}{I_0} = 3$. Đại lượng $L = \lg\frac{I}{I_0}$ gọi là *mức cường độ âm* của âm I (so với I_0). Người ta chọn âm I_0 là âm chuẩn có tần số 1000Hz và có cường độ $I_0 = 10^{-12}\ W/m^2$, chung cho mọi âm có tần số khác nhau. Đơn vị mức cường độ âm là *ben*, kí hiệu B. Đơn vị ben hơi lớn, nên trong thực tế người ta thường dùng đơn vị *đêxiben* (dB) : $1dB = \frac{1}{10}B$.

Công thức tính mức cường độ âm theo đơn vị đêxiben là : $L\ (dB) = 10\lg\frac{I}{I_0}$

Một số giá trị của mức cường độ âm : tiếng thì thầm cách 1m có L = 10dB; nhạc nhẹ, tiếng ồn trong nhà ở L = 40dB; tiếng ồn ngoài phố L = 80dB.

c) Đồ thị dao động của nhạc âm

Khi cho một nhạc cụ phát ra một âm có tần số f_0 (gọi là *âm cơ bản* hay *họa âm thứ nhất*) thì bao giờ nhạc cụ đó cũng đồng thời phát ra các âm có tần số $2f_0$ *(họa âm thứ hai)*, $3f_0$ *(họa âm thứ ba)*..., với các biên độ khác nhau tùy thuộc vào chính nhạc cụ đó. Tập hợp các họa âm tạo thành *phổ* của nhạc âm nói trên. Phổ của cùng một âm (như âm *la* chẳng hạn) do các nhạc cụ khác nhau phát ra thì hoàn toàn khác nhau. Tổng hợp đồ thị dao động của tất cả các họa âm trong một nhạc âm ta được *đồ thị dao động* của nhạc âm đó. Đồ thị dao động của cùng một nhạc âm (như âm *la* chẳng hạn) do các nhạc cụ khác nhau phát ra thì hoàn toàn khác nhau, như đã thấy trên hình 8.1.



a) Âm thoa

b) Sáo

c) Kèn săcxô

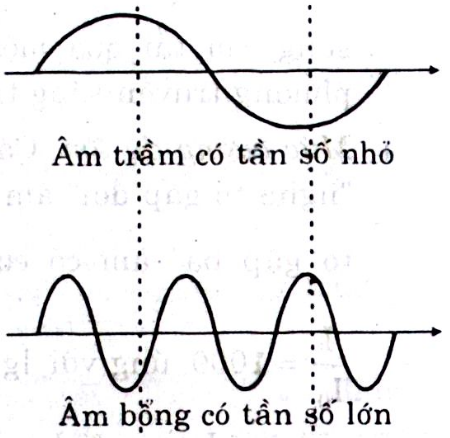
Hình 8.1

3. Đặc trưng sinh lí của âm

a) Độ cao của âm là đặc trưng sinh lí của âm gắn liền với tần số âm. Âm cao (còn gọi là âm bổng) là âm có tần số lớn, âm thấp (còn gọi là âm trầm) là âm có tần số nhỏ hơn (Hình 8.2).

b) *Độ to* của âm là đặc trưng sinh lí của âm gắn liền với mức cường độ âm L.

c) *Âm sắc* là đặc trưng sinh lí của âm, giúp ta phân biệt âm do các nguồn âm khác nhau phát ra. Âm sắc có liên quan mật thiết với đồ thị dao động âm.

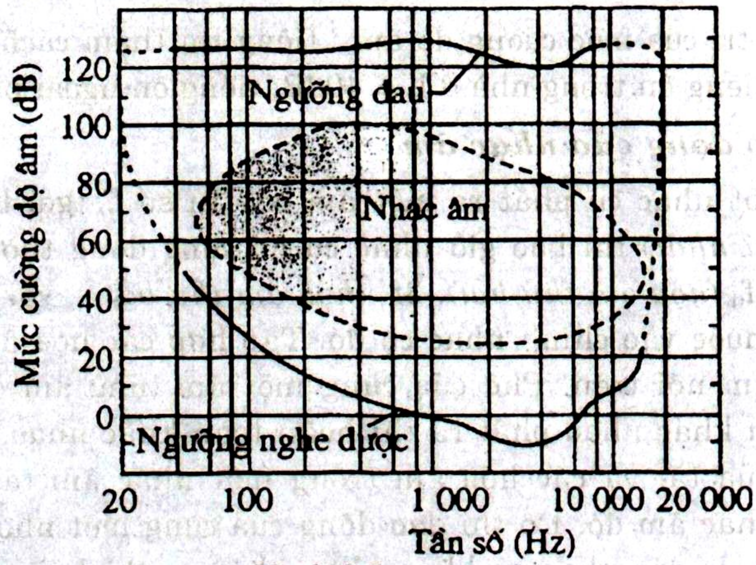


Hình 8.2

4. Giới hạn nghe của tai người

Để âm thanh gây được cảm giác âm, mức cường độ âm phải lớn hơn một giá trị cực tiểu nào đó gọi là *ngưỡng nghe*.

Ngưỡng nghe thay đổi theo tần số âm. Ví dụ với các âm có tần số từ 1000Hz đế 1500Hz thì ngưỡng nghe vào khoảng 0dB, nhưng với âm có tần số 50Hz th ngưỡng nghe là 50dB. Trên hình 8.3 là sơ đồ biểu diễn giới hạn nghe của ta người. Giá trị cực đại của cường độ âm mà tai ta có thể chịu đựng được gọi l *ngưỡng đau.* Ngưỡng đau ứng với mức cường độ âm là 130dB và hầu như khôn phụ thuộc vào tần số âm.

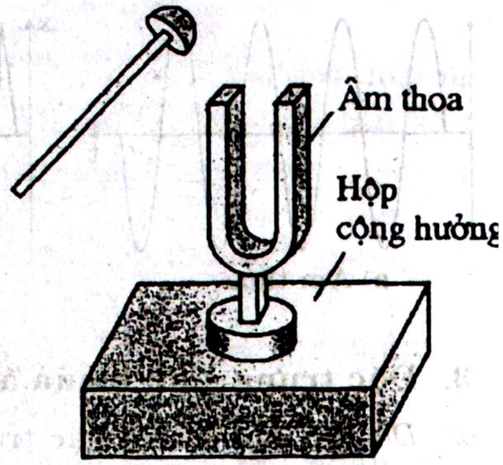


Hình 8.3

5. Một số nguồn nhạc âm

a) *Âm thoa* là nguồn phát âm có tần số xác định, làm bằng một thanh sắt uốn cong hình chữ U (âm thoa phát ra tiếng khi gõ vào một nhánh chữ U) (Hình 8.4).

b) *Máy phát âm tần* phát ra các dòng điện xoay chiều (dao động điện) có tần số bằng tần số âm, cho dòng điện đó đi vào một chiếc loa ta thu được những âm thanh có tần số tùy ý.

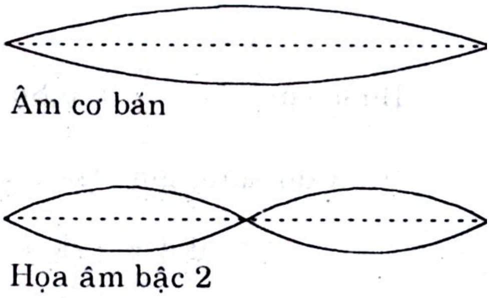


Hình 8.4

c) *Đàn dây* gồm có *dây đàn* (mà khi bị kích thích nó dao động tự do với tần số riêng của dây) và *bầu đàn.*

Bầu đàn là *hộp cộng hưởng âm* để tăng cường âm thanh do dây đàn phá ra. Tùy theo hình dáng, kích thước và chất liệu làm bầu đàn mà â thanh của đàn có âm sắc riêng, đặc trưng cho loại đàn đó.

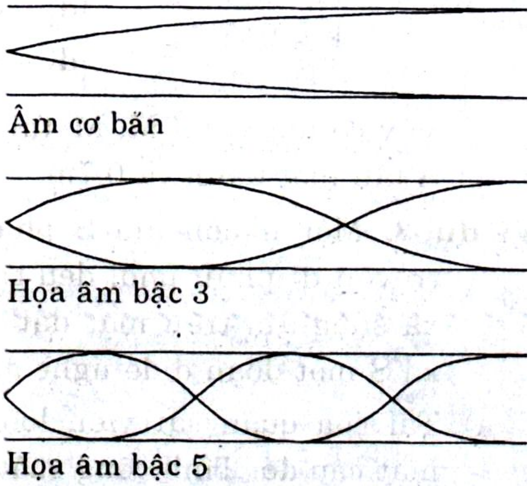
Mỗi dây đàn được kéo căng bằng một lực cố định, đồng thời có thể phát ra âm cơ bản và một số họa âm bậc cao hơn, có tần số là một số nguyên lần tần số của âm cơ bản. Trên dây đàn lan truyền đồng thời nhiều dao động điều hòa có tần số là một số nguyên lần tần số của âm cơ bản. Tổng hợp các dao động đó là một dao động tuần hòan phức tạp có cùng tần số với âm cơ bản. Trên hình 8. là một vài loại sóng dừng có thể hình thành trên dây đàn.



Hình 8.5

d) *Ống sáo* và các loại kèn khí như clarinet, xaxôphôn... đều có bộ phận chính là một ống có một đầu kín, một đầu hở. Khi ta thổi một luồng khí vào miệng sáo thì trong không khí bên trong ống sáo hình thành sóng âm dừng với tần số phụ thuộc chiều dài của ống (chiều dài càng lớn thì tần số âm phát ra càng nhỏ, âm càng trầm).

Hình 8.6 biểu diễn có vị trí nút và bụng của sóng dừng trong một ống sáo có một đầu kín, một đầu hở.



Hình 8.6

6. Chú ý

Các kết luận về sóng cơ đều có thể áp dụng cho sóng âm (như phươn trình sóng, giao thoa, sóng dừng...)

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Một người áp tai vào đường ray xe hỏa nghe tiếng búa gõ vào đườn ray cách đó 1km. Sau 2,83s người đó nghe tiếng búa gõ truyền qua khôn khí. Tính tốc độ truyền âm trong thép làm đường ray. Cho biết tốc đ truyền âm trong không khí là 330 m/s.

Bài giải

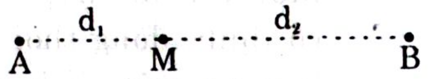
– Thời gian truyền âm trong không khí : $t_0 = \dfrac{d}{v_0}$

– Thời gian âm truyền trong thép : $t = \dfrac{d}{v}$

$$\Delta t = t_0 - t = d\left(\frac{1}{v_0} - \frac{1}{v}\right) \qquad \text{Suy ra : } v = \frac{dv_0}{d - v_0\Delta t} = 4992\,\text{m/s}.$$

í dụ 2. Tại hai điểm A, B cách nhau 1m có hai nguồn phát sóng âm kết hợp, tần số f = 425Hz. Ở những điểm nào trong AB tại đó biên độ sóng giao thoa bằng 0 ? Tốc độ âm trong không khí bằng 340 m/s.

Bài giải



Hình 8.7

Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = 0,8m$

Biên độ sóng giao thoa tại M bằng 0 (Hình 8.7) khi

$$|d_1 - d_2| = |2k+1|\frac{\lambda}{2} < AB \quad \text{suy ra} \quad |2k+1| < \frac{2AB}{\lambda} = 2,5$$

Từ đó tìm được k = –1; 0

$$k = -1 \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} d_1 - d_2 = -0,4 \\ d_1 + d_2 = 1 \end{cases} \quad \Rightarrow \quad d_1 = 0,3m$$

$$k = 0 \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} d_1 - d_2 = 0,4 \\ d_1 + d_2 = 1 \end{cases} \quad \Rightarrow \quad d_1' = 0,7m$$

Vậy có hai vị trí M, M' tại đó biên độ sóng giao thoa triệt tiêu cách nguồn A lần lượt 0,3m và 0,7m.

í dụ 3. Một nguồn âm S phát ra âm có tần số xác định. Năng lượng âm truyền đi phân phối đều trên mặt cầu tâm S bán kính d. Bỏ qua sự phản xạ sóng âm trên mặt đất và các vật cản. Một quan sát viên đứng ở cách xa S một đoạn d để nghe âm đó.

a) Tai của quan sát viên luôn luôn tiếp xúc với diện tích s không đổi của mặt cầu đó. Tính công suất âm nhận được bởi tai quan sát viên.

b) Tại B cách nguồn âm S 100m, mức cường độ âm là 20dB. Xác định vị trí C để tại đó quan sát viên bắt đầu không nghe âm phát ra từ S.

Bài giải

a) Diện tích mặt cầu bán kính d : $S_A = 4\pi d^2$

Tai quan sát viên đứng tại A nhận được công suất âm : $\mathscr{P}_A = \frac{\mathscr{P}_S}{S_A} = \frac{\mathscr{P}_S}{4\pi d^2}$

b) Tại B : $L_B\,(dB) = 10\lg\frac{I_B}{I_0} = 20$

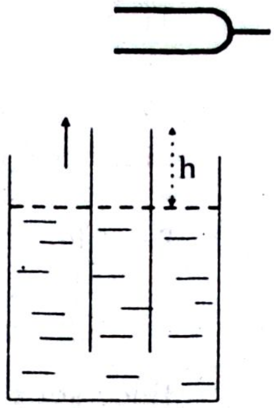
Tại C : $L_C\,(dB) = 10\lg\frac{I_C}{I_0} = 0$

$$\lg\frac{I_B}{I_C} = 2 \quad \text{suy ra} \quad \frac{I_B}{I_C} = 10^2 \qquad (1)$$

Ta có : $\frac{I_B}{I_C} = \frac{\mathscr{P}_B}{\mathscr{P}_C} = \left(\frac{d_C}{d_B}\right)^2 = \left(\frac{d_C}{100}\right)^2$ (2)

Từ (1) và (2), ta được : $d_C = 1000m$.

Ví dụ 4. Người ta làm thí nghiệm để xác định bước sóng của âm như sau : Dụng cụ thí nghiệm như hình 8.8. Cho âm thoa dao động, do hiện tượng sóng dừng, nếu chiều cao của cột không khí trong ống có giá trị thích hợp thì âm sẽ có cường độ cực đại. Người ta nhận thấy âm có cường độ cực đại khi chiều cao của cột không khí trong ống lần thứ nhất và lần thứ hai lần lượt là 20cm và 60cm khi kéo ống lên từ từ.



Hình 8.8

a) Tính bước sóng của âm do âm thoa phát ra.

b) Tính tần số dao động của âm thoa. Cho biết tốc độ âm trong không khí là 340 m/s.

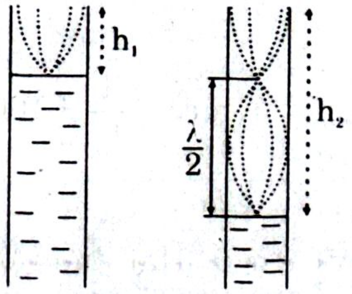
Bài giải

a) Kéo dần ống lên, khi xảy ra hiện tượng sóng dừng thì đầu hở của ống là bụng và mặt nước là nút của sóng dừng (Hình 3.8).

Thí nghiệm cho thấy cột không khí trong ống lần thứ nhất và lần thứ hai liên tiếp là h_1 và h_2 thì miệng ống là bụng sóng dừng. Do đó ta có :

$$h_2 - h_1 = \frac{\lambda}{2}$$

$$\Rightarrow \quad \lambda = 2(h_2 - h_1) = 80\text{cm}.$$



Hình 8.9

b) Tần số dao động của âm thoa : $f = \frac{v}{\lambda} = 425\text{Hz}$.

Ví dụ 5. Phát biểu nào sau đây là ***sai*** khi nói về tốc độ truyền âm ?

A. Tốc độ truyền âm trong chất rắn lớn hơn trong chất lỏng và trong chất lỏng lớn hơn trong chất khí.

B. Những vật liệu như bông, nhung, xốp có tính chất đàn hồi tốt nên truyền âm tốt.

C. Tốc độ truyền âm phụ thuộc vào tính đàn hồi và khối lượng riêng của môi trường.

D. Tốc độ truyền âm thay đổi theo nhiệt độ của môi trường.

Hướng dẫn chọn đáp án

Trong các chất xốp, kém đàn hồi sóng âm khó truyền đi. *Chọn B.*

Ví dụ 6. Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền âm mà tại đó các dao động ngược pha nhau là 0,85m. Tốc độ truyền âm trong không khí là 340 m/s. Tần số của âm là :

A. 85Hz B. 170Hz C. 200Hz D. 255Hz.

Hướng dẫn chọn đáp án

Hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền âm dao động ngược pha nhau thì cách nhau $\frac{\lambda}{2}$.

Từ công thức : $\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{2.0,85} = 200Hz$. *Chọn C.*

Ví dụ 7. Sóng âm có tần số 450Hz lan truyền với tốc độ 360 m/s trong không khí. Hai điểm cách nhau 1m trên phương truyền thì dao động

A. cùng pha B. ngược pha C. vuông pha D. lệch pha $\frac{\pi}{4}$.

Hướng dẫn chọn đáp án

Bước sóng : $\lambda = \frac{v}{f} = 0,8m$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi.1}{0,8} = 2,5\pi \text{ rad}.$$ *Chọn C.*

Ví dụ 8. Nếu cường độ âm tăng lên 1000 lần thì độ to của âm thay đổi thế nào ?

A. Tăng 10dB B. Tăng 3 lần C. Tăng 30dB D. Giảm 30dB.

Hướng dẫn chọn đáp án

Ta có : $\frac{I}{I_0} = 1000 = 10^3 \Rightarrow \lg\frac{I}{I_0} = 3 \Rightarrow L = 10\lg\frac{I}{I_0} = 30dB$

Chọn C.

Ví dụ 9. Hai điểm ở cách một nguồn âm những khoảng 3m và 3,25m. Tần số âm là 680Hz, tốc độ truyền âm trong không khí là 340 m/s. Độ lệch pha giữa các sóng âm nhận được tại hai điểm trên bằng :

A. $\frac{\pi}{4}$rad B. 16π rad C. π rad D. 4π rad.

Hướng dẫn chọn đáp án

Bước sóng : $\lambda = \frac{v}{f} = 0,5m$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi.0,25}{0,5} = \pi \text{ rad}.$$ *Chọn C.*

Ví dụ 10. Người ta đặt chìm trong nước một nguồn âm có tần số 725Hz và tốc độ truyền âm trong nước là 1450 m/s. Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trong nước dao động ngược pha là :

A. 0,25m B. 1m C. 50cm D. 10cm.

Hướng dẫn chọn đáp án

Bước sóng : $\lambda = \frac{v}{f} = 2m$

Hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động ngược pha nhau thì cách nhau $\frac{\lambda}{2} = 1m$. *Chọn B.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

8.1. Một cuộc trò chuyện bình thường trong lớp học có mức cường độ âm trun bình là 68dB. Hãy tính cường độ âm tương ứng ra đơn vị W/m^2.

8.2. Hai cây đàn ghita giống nhau, cùng hòa tấu một bản nhạc. Mỗi chiếc đà phát ra âm có mức cường độ âm trung bình là 60dB. Hỏi mức cường đ âm tổng cộng do hai chiếc đàn cùng phát ra bằng bao nhiêu ?

8.3. Tiếng ồn phát ra từ một xưởng cưa, có mức cường độ âm đo được là 93dE do 7 chiếc cưa máy giống nhau cùng hoạt động gây ra. Giả sử có 3 chiế cưa máy đột ngột ngừng hoạt động thì mức cường độ âm trong xưởng lú này bằng bao nhiêu ?

8.4. Tiếng ồn phát ra từ tiếng gõ phím liên tục ở một bàn phím của máy v tính, có cường độ âm đo được là 10^{-5} W/m^2. Giả sử trong phòng làm việ của một công ti có hai nhân viên văn phòng cùng thực hiện thao tác g phím trên hai bàn phím máy vi tính giống hệt nhau thì mức cường độ âı tổng cộng do cả hai bàn phím phát ra cùng lúc bằng bao nhiêu ?

8.5. Xét một sóng âm, được phát ra từ tiếng nổ của một động cơ, lan truyề trong không khí ở một nhiệt độ nhất định. Đại lượng vật lí nào dưới đâ có thể thay đổi trong quá trình truyền sóng ?

A. Tốc độ truyền sóng âm. B. Bước sóng.

C. Biên độ. D. Tần số.

8.6. Tại vị trí A, một học sinh áp tai vào đường ray xe lửa, trong lúc đó ở vị tı B cách A một khoảng 1235m, một công nhân đường sắt cầm búa gõ manl trên đường ray. Người học sinh nghe thấy tiếng gõ truyền trong đườn ray trước khi nghe thấy tiếng gõ truyền trong không khí một khoảng thờ gian là 3,5s. Tốc độ truyền âm trong thép (đường ray) là 5100 m/s. Hỏ tốc độ truyền âm trong không khí bằng bao nhiêu ?

A. 352,8 m/s B. 340 m/s C. 330 m/s D. 33 m/s.

8.7. Âm thanh nghe được có tần số f nằm trong khoảng nào sau đây ?

A. $16\text{Hz} \le f \le 20\text{kHz}$ B. $f \ge 20000\text{Hz}$

C. $16\text{Hz} \le f \le 30000\text{Hz}$ D. $16\text{kHz} \le f \le 20000\text{Hz}$.

8.8. Sóng âm truyền trong thép với tốc độ 5000 m/s. Hai điểm trong thép gầı nhất lệch pha $\frac{\pi}{2}$ cách nhau 1,5625m. Tần số âm là :

A. 800Hz B. 810Hz C. 820Hz D. 815Hz.

8.9. Biết cường độ âm chuẩn là $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2 và mức cường độ âm của mộ tiếng ồn phát ra từ một động cơ là 100dB. Cường độ âm của tiếng ồn the đơn vị W/m^2 là :

A. 2.10^{-2} W/m^2 B. $1,2.10^{-4}$ W/m^2

C. 10^{-2} W/m^2 D. 10^{-4} W/m^2.

10. Hai âm có cùng độ cao thì chúng có :

A. cùng tần số. B. cùng năng lượng.

C. cùng biên độ. D. cùng tần số và cùng biên độ.

ÔN TẬP CHƯƠNG II

.1. Cho một sóng ngang có phương trình sóng là $u = 10\cos\pi\left(\frac{t}{5} - \frac{x}{2}\right)$(mm), trong đó x tính bằng cm, t tính bằng giây. Xác định li độ của phần tử M của môi trường, cách gốc tọa độ 4cm, ở thời điểm t = 15s.

.2. Một dây đàn có độ dài 80cm được giữ cố định ở hai đầu. Âm do dây đàn đó phát ra có bước sóng dài nhất bằng bao nhiêu ?

.3. Biết cường độ âm chuẩn là $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2. Biết mức cường độ âm của một cái kèn là 40dB. Tính cường độ âm của kèn theo đơn vị W/m^2.

.4. Hai nguồn phát sóng âm A và B cách nhau 5m, phát ra âm có cùng tần số f = 420Hz, cùng biên độ và cùng pha. Tốc độ truyền âm trong không khí là v = 336 m/s. Tìm số điểm trên đoạn AB tại đó nhận được âm thanh với biên độ cực đại.

.5. Hai nguồn sóng kết hợp A, B cách nhau 12cm dao động ngược pha với tần số 15Hz. Tốc độ truyền sóng là 75 cm/s. Trên đoạn AB có bao nhiêu điểm đứng yên (không kể A, B) ?

.6. Một người quan sát áp tai vào đường ray xe lửa ở khoảng cách 990m, trong lúc đó một người cầm búa gõ mạnh trên đường ray. Người quan sát nghe thấy tiếng gõ truyền trong đường ray trước khi nghe thấy tiếng gõ truyền trong không khí là 2,81s. Tốc độ truyền âm trong thép (đường ray) là 5200 m/s. Tính tốc độ truyền âm trong không khí.

.7. Một ống sáo dài 80cm, hở hai đầu, tạo ra một sóng dừng trong ống sáo với âm có cường độ cực đại ở hai đầu ống, trong khoảng giữa ống sáo có hai nút sóng. Tìm bước sóng của âm.

.8. Trên sợi dây OA, đầu A cố định và đầu O dao động điều hòa có phương trình $u_O = 5\cos 5\pi t$ (cm). Tốc độ truyền sóng trên dây là 24 cm/s và giả sử trong quá trình truyền sóng, biên độ sóng không đổi. Phương trình dao động của điểm M trên dây cách O đoạn 2,4cm là :

A. $u_M = 5\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$(cm) B. $u_M = 5\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$(cm)

C. $u_M = 5\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$(cm) D. $u_M = 5\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$(cm).

II.9. Một sóng dọc truyền dọc theo một lò xo mềm. Khoảng cách giữa một tâ nén và tâm dãn kế tiếp trên lò xo là 0,8m. Bước sóng của sóng dọc này l

A. 1,5m B. 0,5m C. 1,6m D. 0,25m.

II.10. Điều nào sau đây là ***sai*** khi nói về năng lượng của sóng cơ ?

A. Quá trình truyền sóng là quá trình truyền năng lượng.

B. Khi sóng truyền từ một nguồn điểm trên mặt phẳng, năng lượng són giảm tỉ lệ với quãng đường truyền sóng.

C. Khi sóng truyền từ một nguồn điểm trong không gian, năng lượn sóng giảm tỉ lệ với bình phương quãng đường truyền sóng.

D. Năng lượng sóng luôn luôn không đổi trong quá trình truyền sóng.

II.11. Sóng biển có bước sóng 2,5m. Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nh trên phương truyền sóng và dao động cùng pha bằng :

A. 0m B. 2,5m C. 0,625m D. 1,25m.

II.12. Trên sợi dây OA, đầu A cố định và đầu O dao động điều hòa có phươn trình $u_0 = 5\cos 5\pi t$ (cm). Tốc độ truyền sóng trên dây là 24 cm/s. Bướ sóng của sóng trên dây là :

A. 9,6cm B. 60cm C. 1,53cm D. 0,24cm.

II.13. Tốc độ của sóng truyền dọc theo trục của một lò xo phụ thuộc vào :

A. biên độ sóng. B. gia tốc trọng trường.

C. bước sóng. D. hệ số đàn hồi của lò xo.

II.14. Một sóng cơ điều hòa truyền qua một môi trường đàn hồi rắn. Điều nà sau đây là ***sai*** ?

A. Các phần tử của môi trường tại nơi có sóng truyền qua cũng dao độn điều hòa.

B. Các phần tử có thể dao động cùng phương truyền sóng.

C. Các phần tử có thể dao động vuông góc phương truyền sóng.

D. Tốc độ dao động bằng tốc độ truyền sóng.

II.15. Hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 80cm, dao động cùng pha với tần s 20Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 3 m/s. Số điểm đứng yê không dao động trên đoạn AB là :

A. 13 B. 12 C. 10 D. 14.

II.16. Để hai đàn ghita gần nhau. Khi gảy dây đàn này thì thùng đàn kia da động theo. Đó là một minh họa về :

A. hiện tượng cộng hưởng âm.

B. hiện tượng giao thoa.

C. hiện tượng truyền âm mà không cần có môi trường.

D. hiện tượng phản xạ âm.

.17. Có hai ống sáo : ống A có hai đầu hở và ống B có một đầu kín, một đầu hở cùng phát ra âm với cùng tần số cơ bản. Tỉ số độ dài $\frac{l_A}{l_B}$ của hai ống sáo là :

A. $\frac{1}{3}$ B. 2 C. 4 D. $\frac{3}{4}$.

.18. Trong một ống sáo một đầu kín, một đầu hở có sóng dừng với tần số cơ bản là 110Hz. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 330 m/s, độ dài của ống sáo bằng :

A. 0,25m B. 0,50m C. 0,75m D. 2,00m.

.19. Trên một dây đàn hồi dài 1m, có một sóng dừng có tần số 10Hz. Quan sát trên dây có 5 điểm nút (kể cả hai nút ở đầu dây). Tốc độ truyền sóng trên dây là :

A. 4 m/s B. 40 cm/s C. 5 m/s D. 2,5 m/s.

I.20. Một dàn nhạc kèn gồm 5 chiếc kèm trumpet giống nhau, cùng hòa tấu một bản nhạc. Mỗi chiếc kèn phát ra âm có mức cường độ âm trung bình là 70dB. Hỏi mức cường độ âm tổng cộng do 5 chiếc kèn phát ra bằng bao nhiêu ?

I.21. Một sóng cơ lan truyền trong môi trường từ điểm M đến điểm N cách M một đoạn 0,9m với tốc độ 1,2 m/s. Biết phương trình dao động của phần tử tại N có dạng : $u_N = 0{,}02\cos 2\pi t$. Phương trình dao động của phần tử tại M là :

A. $u_M = 0{,}02\cos(2\pi t)$ B. $u_M = 0{,}02\cos\left(2\pi t + \frac{3\pi}{2}\right)$

C. $u_M = 0{,}02\cos\left(2\pi t - \frac{3\pi}{2}\right)$ D. $u_M = 0{,}02\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$.

Chương III. DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

CHUẨN KIẾN THỨC, KĨ NĂNG CẦN ĐẠT

Kiến thức

- Viết được biểu thức của cường độ dòng điện và điện áp tức thời.
- Phát biểu được định nghĩa và viết được công thức tính giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện, của điện áp.
- Viết được các công thức tính cảm kháng, dung kháng và tổng trở của đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp và nêu được đơn vị đo các đại lượng này.
- Viết được các hệ thức của định luật Ôm đối với đoạn mạch RLC nối tiếp (đối với giá trị hiệu dụng và độ lệch pha).
- Viết được công thức tính công suất điện và tính hệ số công suất của đoạn mạch RLC nối tiếp.
- Nêu được lí do tại sao cần phải tăng hệ số công suất ở nơi tiêu thụ điện.
- Nêu được những đặc điểm của đoạn mạch RLC nối tiếp khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng điện.

Kĩ năng

- Vẽ được giản đồ Fre-nen cho đoạn mạch RLC nối tiếp.
- Giải được các bài tập đối với đoạn mạch RLC nối tiếp.
- Giải thích được nguyên tắc hoạt động của máy phát điện xoay chiều, động cơ điện xoay chiều ba pha và máy biến áp.
- Tiến hành được thí nghiệm để khảo sát đoạn mạch RLC nối tiếp.

BÀI 9 DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Dòng điện xoay chiều. Điện áp xoay chiều. Giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện và điện áp

a) *Dòng điện xoay chiều hình sin*, gọi tắt là *dòng điện xoay chiều* là dòng điện có cường độ biến thiên điều hòa với thời gian, với dạng tổng quát :

$$i = I_0\cos(\omega t + \varphi)$$

i được gọi là cường độ dòng điện tức thời (giá trị tức thời của cường độ dòng điện), I_0 là giá trị cực đại (biên độ) của i, ω là tần số góc và $T = \frac{2\pi}{\omega}$ là chu kì của dòng điện xoay chiều; $\omega t + \varphi$ là pha và φ là pha ban đầu của dòng điện xoay chiều.

b) ***Nguyên tắc tạo ra dòng điện xoay chiều***

Cho một khung dây dẫn phẳng quay đều với tốc độ góc ω quanh một trục vuông góc với các đường sức từ của một từ trường đều, thì theo định luật cảm ứng điện từ trong khung dây xuất hiện một suất điện động cảm ứng $e = E_0\cos(\omega t + \varphi_0)$ biến đổi theo thời gian theo định luật dạng sin, gọi là *suất điện động* xoay chiều. Nối hai đầu khung dây với một đoạn mạch tiêu thụ điện thì trong mạch có dòng điện xoay chiều $i = I_0\cos(\omega t + \varphi_1)$ và giữa hai đầu đoạn mạch có một điện áp biến đổi điều hòa với thời gian gọi là *điện áp xoay chiều*, với dạng tổng quát $u = U_0\cos(\omega t + \varphi_2)$, trong đó u là điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch, U_0 là giá trị cực đại (biên độ) của u. Đại lượng $\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ gọi là *độ lệch pha của u so với i* : nếu $\varphi > 0$ thì u sớm pha so với i; nếu $\varphi < 0$ thì u trễ pha so với i; nếu $\varphi = 0$ thì u đồng pha với i.

***Ghi chú* :** Cường độ dòng điện tức thời i, điện áp tức thời u... nhiều khi được gọi tắt là cường độ dòng điện, điện áp...

c) *Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là đại lượng có giá trị bằng cường độ của một dòng điện không đổi mà nếu cho hai dòng điện đó lần lượt đi qua cùng một điện trở trong những khoảng thời gian bằng nhau đủ dài thì nhiệt lượng tỏa ra bằng nhau.*

Kí hiệu cường độ hiệu dụng bằng chữ I thì $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$. Tương tự, *điện áp hiệu dụng*, kí hiệu bằng U, là : $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$.

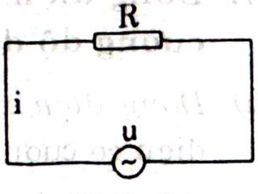
Để đo điện áp hiệu dụng và cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều người ta dùng vôn kế và ampe kế xoay chiều.

d) Tương tự như đối với các dao động cơ, người ta biểu diễn cường độ tức thời và điện áp tức thời bằng các vectơ quay $\vec{I}$ và $\vec{U}$ (hoặc bằng các vectơ quay $\vec{I_0}$ và $\vec{U_0}$).

2. Định luật Ôm cho mạch điện xoay chiều chỉ có R, hoặc L, hoặc C

a) ***Đoạn mạch chỉ có điện trở thuần R***

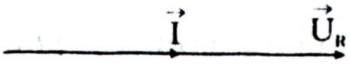
Nối hai đầu đoạn mạch vào điện áp xoay chiều $u = U_0\cos\omega t$ (Hình 9.1), thì cường độ dòng điện trong mạch có biểu thức $i = I_0\cos\omega t$ với $I_0 = \frac{U_0}{R}$.



Hình 9.1

- *Định luật Ôm* : $I = \dfrac{U}{R}$

  i cùng pha với u.



Hình 9.2

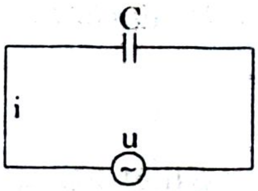
- Biểu diễn bằng vectơ quay (Hình 9.2).

b) ***Đoạn mạch chỉ có tụ điện C***

Nối hai đầu đoạn mạch với điện áp xoay chiều $u = U_0\cos\omega t$ (Hình 9.3) thì trong mạch có dòng điện

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(Cu) = \omega CU_0\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right),$$

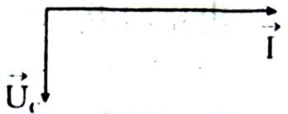
hay $\quad i = I_0\cos\left(\omega t + \dfrac{\pi}{2}\right)$, với $I_0 = \omega CU_0$.



Hình 9.3

- *Định luật Ôm* : $I = \dfrac{U}{Z_C}$, với $Z_C = \dfrac{1}{\omega C}$ là *dung kháng* của tụ điện (có đơn vị là ôm).

  i sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với u (hay u trễ pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với i).



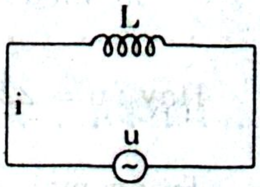
Hình 9.4

- Biểu diễn bằng vectơ quay (Hình 9.4).

c) ***Đoạn mạch chỉ có cuộn cảm thuần*** (cuộn cảm có điện trở không đáng kể, độ tự cảm L)

Nối hai đầu đoạn mạch với điện áp xoay chiều u (Hình 9.5). Giả sử cường độ tức thời trong mạch có biểu thức $i = I_0\cos\omega t$, thì điện áp tức thời u cho bởi : $u = -e = L\dfrac{di}{dt} = \omega LI_0\cos\left(\omega t + \dfrac{\pi}{2}\right)$,

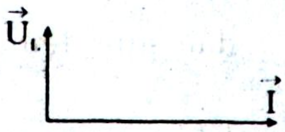
hay $\quad u = U_0\cos\left(\omega t + \dfrac{\pi}{2}\right)$, với $U_0 = \omega LI_0$.



Hình 9.5

- *Định luật Ôm* : $I = \dfrac{U}{Z_L}$, với $Z_L = \omega L$ là *cảm kháng* của cuộn cảm (có đơn vị là ôm).

  i trễ pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với u (hay u sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với i).



Hình 9.6

- Biểu diễn bằng vectơ quay (Hình 9.6).

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Một ấm điện hoạt động bình thường khi nối với mạng điện xoay chiều có điện áp hiệu dụng là 220V, điện trở của ấm khi đó là 48,4Ω.

a) Tính cường độ hiệu dụng và cường độ cực đại của dòng điện đi qua ấm điện.

b) Tính công suất của ấm điện và nhiệt lượng do ấm tỏa ra trong 1 phút.

Bài giải

a) Áp dụng định luật Ôm cho đoạn mạch chỉ có điện trở thuần ta có cường độ hiệu dụng của dòng điện qua ấm điện là :

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{48,4} \approx 4,55A$$

Do đó cường độ cực đại của dòng điện qua ấm là : $I_0 = I\sqrt{2} \approx 6,43A$.

b) Công suất của ấm điện khi hoạt động bình thường là :

$$\mathcal{P} = I^2R = \frac{U^2}{R} = 1000W$$

Nhiệt lượng do ấm tỏa ra : $Q = \mathcal{P}t = 1000.60 = 60000J = 60kJ$.

Ví dụ 2. Một đèn nêon được mắc vào mạng điện xoay chiều 220V – 50Hz, đèn sáng mỗi khi điện áp tức thời lớn hơn hoặc bằng 155,5V. Biết trong một chu kì đèn sáng hai lần và tắt hai lần. Trong một chu kì của dòng điện, đèn sáng trong bao lâu ?

Bài giải

Mạng điện có điện áp hiệu dụng 220V và tần số dòng điện f = 50Hz, chu kì : $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50}$s.

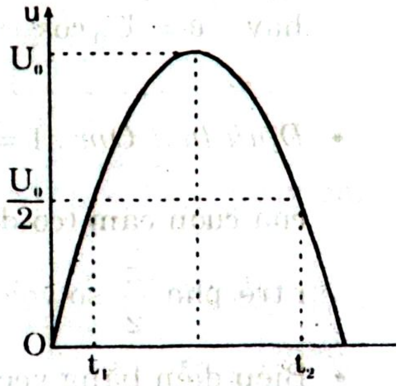
Giả sử lúc t = 0, điện áp u = 0 và bắt đầu tăng theo chiều dương : $\varphi = -\frac{\pi}{2}$.

Do đó, biểu thức của điện áp tức thời là : $u = 220\sqrt{2}\cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{\pi}{2}\right)$ (V)

Hay : $u = 220\sqrt{2}\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ (V)

Trong mỗi nửa chu kì, khi điện áp tức thời tăng đến giá trị $u = 155,5V = \frac{U_0}{2}$, đèn bắt đầu sáng lên. Nó tiếp tục sáng khi $u > \frac{U_0}{2}$.

Khi u giảm tới $\frac{U_0}{2}$, đèn bắt đầu tắt (Hình 9.7).



Hình 9.7

Tại những thời điểm đèn bắt đầu sáng (t_1) và bắt đầu tắt (t_2), ta có :

$$\frac{U_0}{2} = U_0\sin\frac{2\pi}{T}t \quad \Rightarrow \sin\frac{2\pi}{T}t = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \begin{cases} \frac{2\pi}{T}t = \frac{\pi}{6} \\ \frac{2\pi}{T}t = \frac{5\pi}{6} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t_1 = \frac{T}{12} \\ t_2 = \frac{5T}{12} \end{cases}$$

Trong nửa chu kì đầu tiên của dòng điện, khoảng thời gian đèn sáng là :

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{5T}{12} - \frac{T}{12} = \frac{T}{3}$$

Suy ra, thời gian đèn sáng trong một chu kì là :

$$2\Delta t = \frac{2T}{3} = \frac{2}{3}.\frac{1}{50} = \frac{1}{75}\text{s.}$$

Ví dụ 3. Một cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 0,5H **được mắc** vào điện áp xoay chiều có biểu thức : $u = 311\cos 100\pi t$ (V).

a) Tính cảm kháng của cuộn cảm.

b) Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện qua **cuộn cảm**.

c) Viết biểu thức của dòng điện tức thời đi qua **cuộn cảm**.

Bài giải

a) Cảm kháng của cuộn cảm : $Z_L = \omega L = 100\pi.0,5 = 50\pi = 157\Omega$

b) Cường độ dòng điện hiệu dụng : $I = \frac{U_L}{Z_L} = \frac{311}{\sqrt{2}.157} \approx 1,4\text{A}$

c) Dòng điện tức thời đi qua cuộn cảm thuần trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp giữa hai đầu cuộn cảm : $i = I\sqrt{2}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$(A)

$$i = 1,4\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)\text{(A).}$$

Ví dụ 4. Một đoạn mạch có một tụ điện với điện dung C = 32μF. Điện trở thuần của mạch không đáng kể. Đặt vào hai đầu mạch điện một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng U = 120V, tần số f = 60Hz. Tính dung kháng của mạch và cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch.

Bài giải

Dung kháng của mạch : $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{32.10^{-6}.60.2\pi} \approx 83\Omega$

Cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch : $I = \frac{U_C}{Z_C} = \frac{120}{83} \approx 1,45\text{A.}$

Ví dụ 5. Trong một mạch điện xoay chiều, điện áp giữa hai đầu của đoạn mạch

A. luôn trễ pha hơn cường độ dòng điện.

B. luôn sớm pha hơn cường độ dòng điện.

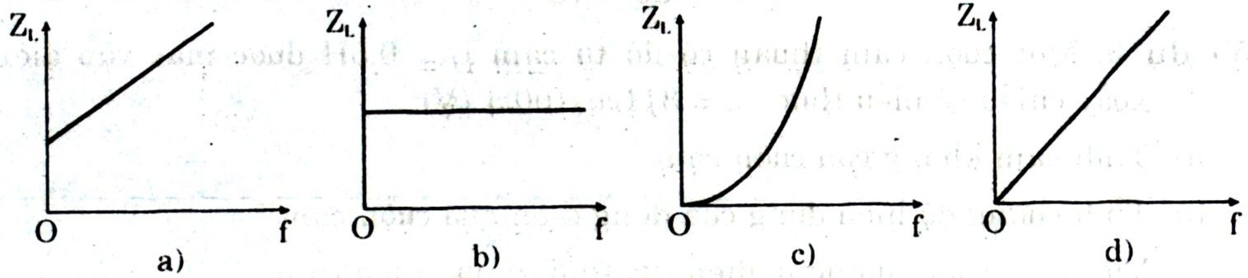
C. luôn cùng pha với cường độ dòng điện.

D. có thể sớm pha, trễ pha, hoặc cùng pha với cường độ dòng điện tùy theo cấu tạo của mạch điện.

Hướng dẫn chọn đáp án

Tùy theo cấu tạo mạch điện mà điện áp giữa hai đầu đoạn mạch có thể sớm pha, trễ pha, hoặc cùng pha với cường độ dòng điện chạy qua đoạn mạch. *Chọn D.*

Ví dụ 6. Trong hình 9.8, đồ thị nào biểu thị đúng mối quan hệ giữa cảm kháng Z_L của cuộn dây và tần số f của dòng điện ?



a) b) c) d)

Hình 9.8

A. Hình a) B. Hình b) C. Hình c) D. Hình d).

Hướng dẫn chọn đáp án

Theo công thức cảm kháng $Z_L = \omega L$ thì cảm kháng tăng tỉ lệ thuận với tần số góc ω, tức là với tần số f. *Chọn D.*

Ví dụ 7. Đặt điện áp xoay chiều $u = 311\cos 100\pi t$ (V) vào hai đầu một cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}$(H). Cường độ dòng điện hiệu dụng qua cuộn cảm có giá trị bằng :

A. 3,1A B. 2,2A C. 0,31A D. 0,22A.

Hướng dẫn chọn đáp án

Ta có : $Z_L = \omega L = 100\pi.\frac{1}{\pi} = 100\Omega.$

Suy ra : $I = \frac{U}{Z_L} = \frac{311}{\sqrt{2}.100} = 2,2A.$ *Chọn B.*

Ví dụ 8. Cường độ dòng điện chạy qua tụ điện có biểu thức $i = 2,5\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (A). Biết tụ điện có điện dung $C = \frac{250}{\pi}\mu F$. Điện áp giữa hai bản của tụ điện có biểu thức là :

A. $u = 50\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$(V)

B. $u = 100\sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$(V)

C. $u = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$(V)

D. $u = 200\sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$(V).

Hướng dẫn chọn đáp án

Ta có : $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{250}{\pi}.10^{-6}.100\pi} = 40\Omega$

Từ đó : $U_0 = I_0Z_C = 2{,}5\sqrt{2}.40 = 100\sqrt{2}A$

Điện áp ở hai bản tụ điện trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với cường độ dòng điện qua mạch

nên : $u = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(V)$. *Chọn C.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

9.1. Một cuộn cảm thuần khi được mắc vào điện áp xoay chiều 110V tần số 60Hz thì có dòng điện cực đại qua nó là 2,4A.

a) Tính độ tự cảm của cuộn dây.

b) Tính cường độ cực đại của dòng điện qua cuộn dây này khi mắc nó vào điện áp xoay chiều 110V có giá trị hiệu dụng tần số 1000Hz.

9.2. Một cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 1,4H được mắc vào một điện áp xoay chiều, khi đó dòng điện tức thời qua nó có biểu thức : $i = \frac{\sqrt{2}}{2}\cos 100\pi t\ (A)$

a) Tính cảm kháng của cuộn dây.

b) Viết biểu thức điện áp tức thời giữa hai đầu cuộn dây.

9.3. Một tụ điện có điện dung C = 10μF được mắc vào điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng U = 220V, tần số f = 50Hz. Điện trở thuần của dây nối không đáng kể.

a) Tính dung kháng của tụ điện.

b) Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch.

9.4. Một mạch điện gồm một ampe kế xoay chiều mắc nối tiếp với một tụ điện có điện dung C = 12μF rồi mắc vào điện áp xoay chiều có tần số 60Hz. Điện trở của ampe kế và của dây nối là rất nhỏ. Ampe kế chỉ 1A.

a) Viết biểu thức của cường độ dòng điện tức thời qua mạch khi chọn pha ban đầu bằng không.

b) Viết biểu thức của điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch.

9.5. Một tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-4}}{4\pi}\ \mu F$ được mắc vào một điện áp xoay chiều có biểu thức $u = 200\sqrt{2}\cos 100\pi t\ (V)$. Điện trở dây nối không đáng kể.

a) Tính dung kháng của tụ điện.

b) Tính cường độ dòng điện cực đại qua đoạn mạch.

c) Viết biểu thức của cường độ dòng điện tức thời qua đoạn mạch.

9.6. Một cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}(H)$. Đặt vào hai đầu cuộn cảm một điện áp xoay chiều $u = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(V)$. Cường độ dòng điện trong mạch có biểu thức :

A. $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (A)   B. $i = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (A)

C. $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (A)   D. $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (A).

9.7. Một tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-4}}{4\pi}$ (μF) được mắc vào một điện áp xoay chiều có biểu thức là $u = 200\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Điện trở dây nối không đáng kể. Biểu thức của dòng điện tức thời qua đoạn mạch là :

A. $i = 0,5\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (A)   B. $i = 0,5\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (A)

C. $i = 0,5\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (A)   D. $i = 0,5\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (A).

9.8. Cho dòng điện xoay chiều $i = 2\cos 100\pi t$ (A) qua điện trở $R = 5\Omega$ trong thời gian 1 phút. Nhiệt lượng do điện trở tỏa ra là :

A. 600J   B. 1000J   C. 800J   D. 1200J.

9.9. Biện pháp nào sau đây có thể làm tăng dung kháng của một tụ điện phẳng có chất điện môi là không khí ?

A. Tăng tần số của điện áp đặt vào hai bản tụ điện.

B. Tăng khoảng cách giữa hai bản tụ điện.

C. Tăng điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện.

D. Đưa thêm một bản điện môi vào giữa hai bản tụ điện.

9.10. Đặt một điện áp xoay chiều $u = 200\cos\omega t$ (V) vào hai đầu của một đoạn mạch. Tại thời điểm t_1 nào đó, điện áp $u = 100$V và đang giảm. Hỏi đến thời điểm t_2 sau t_1 đúng $\frac{1}{4}$ chu kì, điện áp u bằng bao nhiêu ?

A. $100\sqrt{3}$ V   B. $-100\sqrt{2}$ V   C. $-100\sqrt{3}$ V   D. $100\sqrt{2}$ V.

9.11. Mắc một cuộn cảm thuần vào một điện áp xoay chiều có tần số f, cuộn cảm có cảm kháng là Z_L. Nếu giảm độ tự cảm đi một nửa và tăng tần số lên 4 lần thì cảm kháng Z_L thay đổi như thế nào ?

A. Tăng 8 lần   B. Giảm 8 lần   C. Tăng 2 lần   D. Giảm 2 lần.

9.12. Có thể làm tăng cảm kháng của một cuộn dây bằng cách :

A. tăng chu kì của dòng điện chạy qua cuộn dây.

B. đưa một lõi sắt non vào trong lòng cuộn dây.

C. giảm cường độ dòng điện chạy qua cuộn dây.

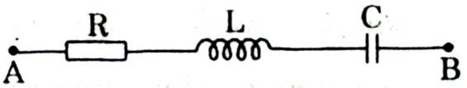
D. tăng điện áp giữa hai đầu cuộn dây.

BÀI 10 MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU CÓ R, L, C MẮC NỐI TIẾP

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Định luật Ôm đối với đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp

a) Nối hai đầu đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp (Hình 10.1) với điện áp xoay chiều u.

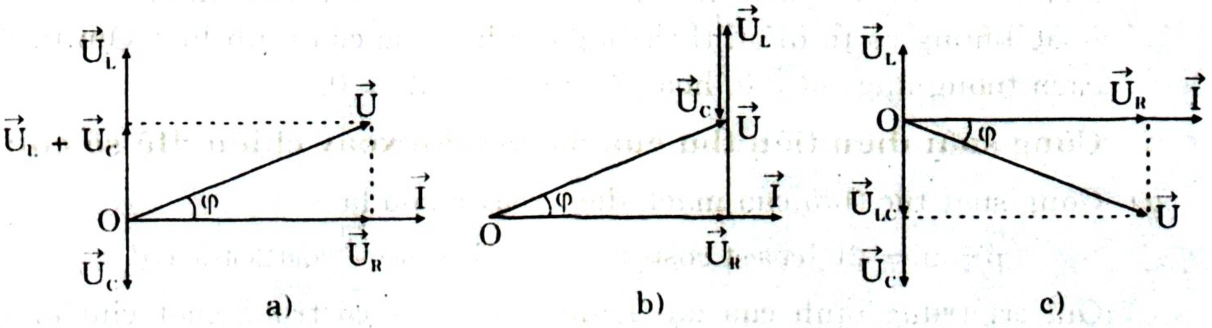


Hình 10.1

Giả sử cường độ dòng điện xoay chiều có biểu thức $i = I_0\cos\omega t$. Điện áp giữa hai đầu điện trở, giữa hai đầu cuộn cảm và giữa hai bản tụ điện có biểu thức : $u_R = RI_0\cos\omega t$; $u_L = Z_LI_0\cos\left(\omega t + \dfrac{\pi}{2}\right)$

và $u_C = Z_CI_0\cos\left(\omega t - \dfrac{\pi}{2}\right)$; $u = u_R + u_L + u_C$.

Để tìm biểu thức của u, ta dùng *phương pháp giản đồ Fre-nen* : Vẽ các vectơ quay $\vec{I}$, $\vec{U}_R$, $\vec{U}_L$, $\vec{U}_C$ và $\vec{U}_L + \vec{U}_C$, từ đó vẽ vectơ $\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$.


$\vec{U}_L$
$\vec{U}_L + \vec{U}_C$
$\vec{U}$
O
φ
$\vec{I}$
$\vec{U}_C$
$\vec{U}_R$
$\vec{U}_L$
$\vec{U}_C$
$\vec{U}$
φ
$\vec{I}$
O
$\vec{U}_R$
$\vec{U}_L$
$\vec{U}_R$
$\vec{I}$
O
φ
$\vec{U}_{LC}$
$\vec{U}$
$\vec{U}_C$

a) b) c)

Hình 10.2

Nếu $Z_L > Z_C$ ($U_L > U_C$) ta có hình 10.2a, b. (Hình b là tổng hợp các vectơ theo quy tắc đa giác), ta nói *đoạn mạch có tính cảm kháng*.

Nếu $Z_L < Z_C$ ($U_L < U_C$) ta có hình 10.2c, *đoạn mạch có tính dung kháng*.

b) Từ hình 10.2, ta có :

$$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2 = I^2\left[R^2 + (Z_L - Z_C)^2\right]$$

Định luật Ôm :

+ $I = \dfrac{U}{Z}$, với $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$,

hay $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)^2}$, gọi là *tổng trở của mạch*.

+ *Độ lệch pha giữa u và i* :

$$\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} \quad \text{hay} \quad \tan\varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

Nếu $Z_L > Z_C$ thì $\varphi > 0$, u sớm pha so với i.

Nếu $Z_L < Z_C$ thì $\varphi < 0$, u trễ pha so với i.

c) ***Cộng hưởng điện***

Nếu $Z_L = Z_C$ thì $\varphi = 0$: u và i đồng pha và $u_L + u_C = 0$, $u = u_R$. Khi đó $Z = R$, và cường độ hiệu dụng trong mạch có giá trị lớn nhất và bằng $I_{max} = \frac{U}{R}$.

- *Điều kiện để có cộng hưởng điện* là $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ hay $\omega^2 LC = 1$. Khi đó nếu giá trị của R nhỏ, I_{max} sẽ có giá trị lớn, hiện tượng cộng hưởng xảy ra rõ hơn, ta nói có *cộng hưởng nhọn*.

d) ***Chú ý***

- Nếu trong đoạn mạch có nhiều phần tử R, L, C mắc nối tiếp thì trong các hệ thức của định luật Ôm ta đặt :

$$R = R_1 + R_2 + \ldots; \qquad Z_L = Z_{L1} + Z_{L2} + \ldots; \qquad Z_C = Z_{C1} + Z_{C2} + \ldots$$

- Nếu trong đoạn mạch không có điện trở thuần, hoặc không có cuộn cảm, hoặc không có tụ điện, thì trong các hệ thức của định luật Ôm ta đặt một cách tương ứng : $R = 0$, hoặc $Z_L = 0$, hoặc $Z_C = 0$.

2. Công suất điện tiêu thụ của mạch điện xoay chiều. Hệ số công suất

a) Công suất tức thời của mạch điện xoay chiều là

$$p = ui = 2UI\cos\omega t.\cos(\omega t + \varphi) = UI[\cos\varphi + \cos(2\omega t + \varphi)]$$

Giá trị trung bình của đại lượng $\cos(2\omega t + \varphi)$ trong một chu kì bằng 0, nên giá trị trung bình của công suất điện tiêu thụ trong một chu kì T sẽ là : $\mathscr{P} = UI\cos\varphi$

Đó cũng là *công suất điện tiêu thụ của mạch điện* trong thời gian dùng điện t (t rất lớn so với T). Điện năng tiêu thụ của mạch điện trong thời gian t sẽ là $W = \mathscr{P}t$.

b) *Thừa số cosφ* trong công thức tính công suất được gọi là *hệ số công suất*. Từ giản đồ Fre-nen ở hình 10.2, ta có :

$$\cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}} \quad \text{hay} \quad \cos\varphi = \frac{R}{Z}$$

Ta có $0 \le \cos\varphi \le 1$. Nếu đoạn mạch chỉ có L, C thì $\cos\varphi = 0$, $\mathscr{P} = 0$: các đoạn mạch này không tiêu thụ điện năng. Nếu đoạn mạch chỉ có R hoặc trong đoạn mạch xảy ra cộng hưởng thì $\cos\varphi = 1$.

- *Hệ số công suất có ý nghĩa quan trọng* : Với cùng một điện áp hiệu dụn U và cường độ hiệu dụng I, nếu đoạn mạch có cosφ càng lớn thì công suấ $\mathscr{P}$ cung cấp cho đoạn mạch càng lớn. Nếu đoạn mạch có cosφ nhỏ, để côn suất cung cấp cho đoạn mạch vẫn bằng $\mathscr{P}$ và điện áp hiệu dụng vẫn là thì cường độ hiệu dụng trong mạch $I = \dfrac{\mathscr{P}}{U\cos\varphi}$ phải có giá trị lớn hơı hao phí vì tỏa nhiệt trên dây dẫn lớn hơn. Đó là điều ta cần tránh.

Trong các đoạn mạch tiêu thụ điện dân dụng và công nghiệp, cosφ có giá t không lớn, thường do thành phần cảm kháng của đoạn mạch lớn hơn dung khán một cách đáng kể. Để tăng hệ số cosφ, cần dùng các thiết bị có tụ điện (có điệ dung lớn) nhằm tăng dung kháng của đoạn mạch, giảm độ lệch pha φ, sao ch cosφ > 0,85.

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Một đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp gồm : R = 50Ω; L = 0,159H C = 31,8μF. Dòng điện xoay chiều đi qua đoạn mạch có f = 50Hz v I = 0,4A.

a) Tính tổng trở đoạn mạch.

b) Tính điện áp hiệu dụng ở hai đầu đoạn mạch.

c) Tính độ lệch pha giữa u và i.

Bài giải

a) Cảm kháng : $Z_L = L\omega = L2\pi f = 0{,}159.100\pi \approx 50\Omega$

Dung kháng : $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = \dfrac{10^6}{31{,}8.100\pi} \approx 100\Omega$

Tổng trở của đoạn mạch là :

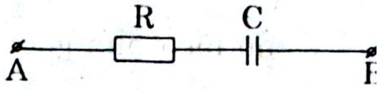
$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{50^2 + (50 - 100)^2} = 50\sqrt{2}\ \Omega \approx 70{,}5\Omega$$

b) $U = IZ = 0{,}4.70{,}5 = 28{,}2V$

c) Vì $Z_C > Z_L$, do đó u trễ pha so với i, độ lệch pha là φ với :

$$\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{50 - 100}{50} = -1 \quad \Rightarrow \quad \varphi = -\frac{\pi}{4}\text{rad.}$$

Ví dụ 2. Một điện trở thuần R = 208Ω và một tụ điện có điện dung C = 26,5μF (Hình 10.3) được mắc nối tiếp vào một điện áp xoay chiều có biểu thức $u = 120\sqrt{2}\cos100\pi t$ (V).



Hình 10.3

a) Tính tổng trở của đoạn mạch.

b) Viết biểu thức của cường độ dòng điện tức thời qua đoạn mạch.

c) Tính điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở thuần và giữa hai bản của tụ điện. Viết biểu thức của điện áp giữa hai bản tụ điện.

Bài giải

a) Dung kháng của tụ điện : $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{10^6}{100\pi.26,5} = 120\Omega$

Tổng trở của đoạn mạch : $Z = \sqrt{R^2 + Z_C^2} = \sqrt{208^2 + 120^2} = 240\Omega$

b) Cường độ hiệu dụng của dòng điện đi qua đoạn mạch :

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{120}{240} = 0,5A$$

Độ lệch pha giữa điện áp và dòng điện ($Z_L = 0$) :

$$\tan\varphi = -\frac{Z_C}{R} = -\frac{120}{208} = -0,577 \approx -\frac{1}{\sqrt{3}}$$

$\Rightarrow \quad \varphi = -\frac{\pi}{6}$: i sớm pha so với u góc $\frac{\pi}{6}$.

Biểu thức cường độ dòng điện tức thời :

$$i = I_0\cos(\omega t - \varphi) = \frac{\sqrt{2}}{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(A)$$

hay $\quad i = \frac{\sqrt{2}}{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(A)$ (i sớm pha hơn so với u).

c) Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở :

$$U_R = IR = 0,5.208 = 104V$$

Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện :

$$U_C = IZ_C = 0,5.120 = 60V$$

Điện áp giữa hai bản tụ điện trễ pha góc $\frac{\pi}{2}$ so với cường độ dòng điện i.

Biểu thức của điện áp giữa hai bản tụ điện :

$$u_C = 60\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{2}\right) = 60\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)(V).$$

Ví dụ 3. Một điện trở thuần R = 30Ω và một cuộn dây được mắc nối tiếp với nhau thành một đoạn mạch. Khi đặt điện áp không đổi 24V vào hai đầu đoạn mạch này thì dòng điện đi qua nó có cường độ 0,6A. Khi đặt một điện áp xoay chiều tần số 50Hz vào hai đầu đoạn mạch, thì dòng điện qua nó lệch pha góc $\frac{\pi}{4}$ so với điện áp này.

a) Tính độ tự cảm L của cuộn dây, tổng trở của cuộn dây và tổng trở của cả đoạn mạch.

b) Tính độ lệch pha giữa dòng điện xoay chiều đi qua cuộn dây và điện áp ở hai đầu cuộn dây.

Bài giải

a) Đối với dòng điện không đổi, cuộn cảm chỉ có tác dụng một điện trở thuần r :

$$R + r = \frac{U}{I} = \frac{24}{0,6} = 40\Omega$$

Suy ra điện trở thuần của cuộn cảm là r = 10Ω.

đối với dòng điện xoay chiều, cuộn cảm có thêm tác dụng cảm kháng :

$$\tan\varphi = \frac{Z_L}{R + r} = 1 \text{ hay } Z_L = R + r = 40\Omega$$

Từ đó, tính được : L = 0,127H.

Tổng trở của cuộn dây có điện trở thuần :

$$Z_d = \sqrt{r^2 + Z_L^2} = \sqrt{10^2 + 40^2} = 41,2\Omega$$

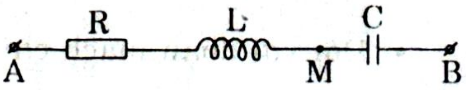
Tổng trở của cả đoạn mạch :

$$Z = \sqrt{(R + r)^2 + Z_L^2} = \sqrt{40^2 + 40^2} = 40\sqrt{2}\Omega = 56,6\Omega$$

b) Xét đoạn mạch chỉ có cuộn dây :

$$\tan\varphi_d = \frac{Z_L}{r} = \frac{40}{10} = 4 \quad \Rightarrow \quad \varphi_d = 76^\circ = 1,326\text{rad}.$$

Ví dụ 4. Một điện trở thuần R = 36Ω và một cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 153mH, tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-3}}{8\pi}$F, được mắc nối tiếp vào mạng điện xoay chiều có điện áp hiệu dụng 120V, tần số 50Hz (Hình 10.4).



Hình 10.4

a) Tính cường độ dòng điện hiệu dụng đi qua mạch.

b) Tính điện áp hiệu dụng U_{AM} và độ lệch pha giữa điện áp tức thời u_{AM} với cường độ dòng điện.

Bài giải

a) Cảm kháng của cuộn cảm thuần : $Z_L = \omega L = 100\pi.0,153 = 48\Omega$

Dung kháng của tụ điện : $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi.50.\frac{1}{8\pi}.10^{-3}} = 80\Omega$

Tổng trở của mạch : $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{36^2 + (48 - 80)^2} = 48,2\Omega$

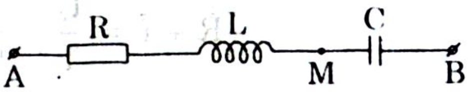
Cường độ hiệu dụng của dòng điện : $I = \frac{U}{Z} = \frac{120}{48,2} \approx 2,5\text{A}.$

b) Điện áp hiệu dụng : $U_{AM} = IZ_{AM}$

$$U_{AM} = I\sqrt{R^2 + Z_L^2} = 2,5\sqrt{36^2 + 48^2} = 150\text{V}$$

Độ lệch pha giữa điện áp u_{AM} và dòng điện :

$$\tan\varphi_{AM} = \frac{Z_L}{R} = \frac{48}{36} \approx 1{,}333 \quad \Rightarrow \quad \varphi = 0{,}927\text{rad}.$$



Hình 10.5

Ví dụ 5. Một đoạn mạch gồm một điện trở thuần R, một cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và một tụ điện có điện dung C được mắc nối tiếp với nhau (Hình 10.5). Cường độ dòng điện tức thời đi qua đoạn mạch có biểu thức $i = 0{,}284\cos120\pi t$ (A). Khi đó điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở, cuộn dây và tụ điện có giá trị tương ứng là $U_R = 20V$; $U_L = 40V$; $U_C = 25V$.

a) Tính R, L, C và tổng trở Z của đoạn mạch.

b) Tính điện áp hiệu dụng U ở hai đầu đoạn mạch.

c) Viết biểu thức của các điện áp tức thời u_{AB} và u_{AM}.

Bài giải

a) Dòng điện đi qua đoạn mạch có cường độ hiệu dụng :

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{0{,}284}{\sqrt{2}} \approx 0{,}2A$$

- Đối với đoạn mạch chỉ có R, ta có : $R = \dfrac{U_R}{I} = \dfrac{20}{0{,}2} \approx 100\Omega$
- Đối với đoạn mạch chỉ có cuộn dây : $Z_L = L\omega = \dfrac{U_L}{I} = \dfrac{40}{0{,}2} = 200\Omega$

Suy ra : $L = \dfrac{Z_L}{\omega} = \dfrac{200}{120\pi} \approx 0{,}531H$

- Đối với đoạn mạch MB : $Z_C = \dfrac{U_C}{I} = \dfrac{25}{0{,}2} = 125\Omega$

$$Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{120\pi.125} \quad \Rightarrow \quad C = 21{,}2.10^{-6}F$$

- Tổng trở của đoạn mạch :

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{100^2 + (200 - 125)^2} = 125\Omega$$

b) Điện áp hiệu dụng ở hai đầu đoạn mạch : $U = IZ = 0{,}2.125 = 25V$

(*Cách khác* : $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{20^2 + (40 - 25)^2} = 25V$)

c) Để viết biểu thức của u cần phải xác định độ lệch pha φ.

- Đối với đoạn mạch AB :

Ta có : $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = \dfrac{U_L - U_C}{U_R} = 0{,}75 \quad \Rightarrow \quad \varphi = 0{,}643\text{rad} > 0$

Do đó biểu thức của u là : $u_{AB} = 25\sqrt{2}\cos(120\pi t + 0{,}643)$ (V)

- Đối với đoạn mạch AM :

Ta có : $\tan\varphi_{AM} = \frac{Z_L}{R} = \frac{U_L}{U_R} = \frac{200}{100} = 2 \Rightarrow \varphi_{AM} = 1{,}107\text{rad} > 0$

$$U_{AM} = \sqrt{U_R^2 + U_L^2} = \sqrt{20^2 + 40^2} = 44{,}7\text{V}$$

Do u_{MN} sớm pha góc φ_{AM} so với i nên ta có :

$$u_{AM} = 44{,}7\sqrt{2}\cos(120\pi t + 1{,}107)\ (\text{V}).$$

Ví dụ 6. Cho một đoạn mạch điện xoay chiều có R, L, C mắc nối tiếp. Điện á giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức : $u = 150\sqrt{2}\cos100\pi t\ (\text{V})$.

Biết $R = 100\Omega$; $L = 0{,}318\text{H}$; $C = 15{,}7\mu\text{F}$.

a) Tính công suất tiêu thụ điện của đoạn mạch.

b) Muốn cho công suất tiêu thụ điện của đoạn mạch đạt cực đại, người t mắc thêm một tụ điện C' với C vào mạch. Hỏi tụ điện C' có điện dun bằng bao nhiêu và phải ghép như thế nào ?

Bài giải

a) Tổng trở $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{100^2 + (100 - 200)^2} = 100\sqrt{2}\Omega$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{150}{100\sqrt{2}} = \frac{1{,}5}{\sqrt{2}}\text{A}$$

$$\mathscr{P} = RI^2 = 100.\left(\frac{1{,}5}{\sqrt{2}}\right)^2 = 112{,}5\text{W} \quad (\text{hoặc} : \mathscr{P} = UI\cos\varphi = 112{,}5\text{W})$$

b) $$\mathscr{P} = RI^2 = R\frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_{C_b})^2}$$

Ta thấy, công suất $\mathscr{P}$ đạt cực đại khi : $Z_L = Z_{C_b} = 100\Omega$

Như vậy, dung kháng của mạch điện phải giảm đi, sao cho :

$$Z_{C_b} = \frac{Z_C}{2} \Rightarrow C_b = 2C$$

Vậy, phải ghép thêm một tụ điện C' song song với tụ điện C và có điện dung $C' = C = 15{,}7\mu\text{F}$.

Ví dụ 7. Một đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp, trong đó R, L và C giá trị không đổi. Đặt vào hai đầu đoạn mạch trên điện áp $u = U_0\cos\omega t$, với ω có giá trị thay đổi được còn U_0 không đổi. Khi $\omega = \omega_1$ và khi $\omega = \omega_2$ thì cường độ dòng điện qua mạch có giá trị hiệu dụng bằng nhau. Để cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch đạt cực đại thì tần số góc ω phải bằng bao nhiêu ?

Áp dụng số : $\omega_1 = 120\pi$ rad/s; $\omega_2 = 60\pi$ rad/s.

Bài giải

Do U_0 không đổi nên $I_1 = I_2 \Rightarrow Z_1 = Z_2 \Rightarrow L\omega_1 - \dfrac{1}{C\omega_1} = \dfrac{1}{C\omega_2} - L\omega_2$

$$\Rightarrow \quad L(\omega_1 + \omega_2) = \frac{1}{C}\left(\frac{1}{\omega_1} + \frac{1}{\omega_2}\right) \quad \Rightarrow \quad \omega_1\omega_2 = \frac{1}{LC} \qquad (1)$$

Khi $I = I_{max} \quad \Rightarrow \quad \omega^2 = \dfrac{1}{LC}$ (2)

Từ (1) và (2) $\quad \Rightarrow \quad \omega = \sqrt{\omega_1\omega_2}$

Thay số, ta được : $\quad \omega = \sqrt{\omega_1\omega_2} = \sqrt{120\pi.60\pi} = 60\sqrt{2}\pi$ rad/s.

Ví dụ 8. Đặt điện áp $u = U_0\cos\omega t$ (U_0 và ω không đổi) vào hai đầu đoạn mạch RLC không phân nhánh. Độ tự cảm L và điện dung C được giữ không đổi. Điều chỉnh trị số của điện trở R để công suất tiêu thụ của đoạn mạch đạt cực đại.

a) Tính độ lệch pha giữa u và i khi đó.

b) Biết $U_0 = 240\sqrt{2}$V; $Z_L = 2Z_C = 120\Omega$. Tính R và $\mathscr{P}_{max}$.

Bài giải

a)
$$\mathscr{P} = R.\frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{U^2}{R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}} \le \frac{U^2}{2|Z_L - Z_C|}$$

Dấu "=" xảy ra khi : $R = |Z_L - Z_C|$

Khi đó : $|\tan\varphi| = \dfrac{|Z_L - Z_C|}{R} = 1 \quad \Rightarrow \quad |\varphi| = \dfrac{\pi}{4}$.

b)
$$R = |Z_L - Z_C| = 120 - 60 = 60\Omega$$

$$\mathscr{P}_{max} = \frac{U^2}{2|Z_L - Z_C|} = \frac{240^2}{2.60} = 480W.$$

Ví dụ 9. Đặt một điện áp xoay chiều $u = 180\cos100\pi t$ (V) vào một đoạn mạch gồm có một tụ điện mắc nối tiếp với một cuộn dây có điện trở thuần $R = 40\Omega$ và độ tự cảm $L = 0,318H$; điện dung C của tụ điện có thể biến đổi được.

a) Với giá trị $C = \dfrac{10^{-3}}{13\pi}F$, tìm biểu thức của cường độ dòng điện qua đoạn mạch và tính hệ số công suất của đoạn mạch.

b) Với giá trị nào của C thì công suất tiêu thụ điện của mạch là lớn nhất. Viết biểu thức điện áp trên tụ và trên cuộn dây lúc đó.

c) Với giá trị nào của C thì điện áp hiệu dụng U_C trên tụ là lớn nhất. Tính giá trị U_{Cmax} đó.

Bài giải

a) Ta có : $Z_L = L\omega = 100\Omega$; $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = 130\Omega$

Tổng trở $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 50\Omega$; $I = \dfrac{U}{Z} = \dfrac{90\sqrt{2}}{50} = 1,8\sqrt{2}A$.

Vì $Z_C > Z_L$, i sớm pha so với u một góc φ mà :

$$\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = -\frac{3}{4} \text{ hay } \varphi = -0,64\text{rad}.$$

Biểu thức của i : $i = 3,6\cos(100\pi t + 0,64)$ (A)

Hệ số công suất của mạch : $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z} = 0,8$.

b) Công suất tiêu thụ điện của mạch : $\mathscr{P} = RI^2$ đạt giá trị cực đại, khi I cực đại ⇒ trong mạch có cộng hưởng điện; khi đó :

$$Z_L = Z_{C_2} = 100\Omega, \text{ từ đó } C_2 = \frac{10^{-4}}{\pi}F$$

và $I_{max} = \dfrac{U}{R} \approx 3,18A$.

Dòng điện cùng pha với u và có biểu thức : $i = 3,18\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ (A).

Đối với cuộn dây : $U_d = I_{max}\sqrt{R^2 + Z_L^2} = 342,5V$

$$\tan\varphi_d = \frac{Z_L}{R} = 2,5 \text{ hay } \varphi_d = 1,19\text{rad}$$

Biểu thức $u_d = 342,5\sqrt{2}\cos(100\pi t + 1,19)$ (V).

Đối với tụ điện : $U_C = I_{max}.Z_{C_2} = 318V$

Biểu thức $u_C = 318\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)$ (V).

c) Ta có : $U_C = Z_C I = \dfrac{Z_C U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \dfrac{U}{\sqrt{\dfrac{R^2}{Z_C^2} + \left(\dfrac{Z_L}{Z_C} - 1\right)^2}} = \dfrac{U}{\sqrt{y}}$

Với $y = R^2x^2 + (Z_Lx - 1)^2$; đặt $x = \dfrac{1}{Z_C}$

Dễ dàng thấy rằng y(x) có cực tiểu khi $y'_x = 0$, từ đó tìm được :

$$x_m = \frac{Z_L}{R^2 + Z_L^2} = \frac{1}{Z_{C_m}} \text{ hay } Z_{C_m} = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L} \qquad (1)$$

Khi đó U_C đạt cực đại : $U_{Cmax} = \dfrac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R}$ (2)

Thay số từ (1) và (2) ta có : $C_m = \dfrac{10^{-2}}{116\pi}F$ và $U_{Cmax} = 342,5V$.

Ghi chú :

a) Cũng có thể giải bài toán bằng phương pháp giản đồ Frenen : Vẽ vectơ $\dot{I}$, từ đó vẽ $\dot{U}_R$, $\dot{U}_L$, $\dot{U}_C$ và $\dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_L + \dot{U}_C$; sau đó xét tam giác có cạnh là $\dot{U}_C$ và $\dot{U}$ rồi từ đó tìm điều kiện để U_C đạt cực đại.

b) Trong trường hợp mạch có R, L, C mắc nối tiếp mà L có thể thay đổi được, thì muốn tìm giá trị của L để U_L có giá trị cực đại, cần tiến hành tính toán và lập luận như trên ta sẽ tìm được :

$$Z_{L_m} = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} \text{ và } U_{Lmax} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{R}.$$

Ví dụ 10. Một đoạn mạch gồm một điện trở thuần R mắc nối tiếp với một tụ điện C. Biết điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch là 100V, giữa hai bản tụ điện là 60V. Hệ số công suất của đoạn mạch là :

A. 0,8 B. 0,4 C. 1 D. 0,6.

Hướng dẫn chọn đáp án

Ta có : $\cos\varphi = \dfrac{U_R}{U} = \dfrac{\sqrt{U^2 - U_C^2}}{U} = \dfrac{\sqrt{100^2 - 60^2}}{100} = 0,8$. *Chọn A.*

Ví dụ 11. Đặt vào hai đầu đoạn mạch RLC một điện áp xoay chiều có tần số và điện áp hiệu dụng không đổi. Dùng vôn kế xoay chiều có điện trở rất lớn, lần lượt đo các điện áp giữa hai đầu đoạn mạch, giữa hai bản tụ điện và giữa hai đầu cuộn cảm thuần thì số chỉ của vôn kế tương ứng là U, U_C và U_L. Biết $U = U_C = 2U_L$. Hệ số công suất của mạch điện là :

A. 0,5 B. $\dfrac{\sqrt{3}}{2}$ C. $\dfrac{\sqrt{2}}{2}$ D. 1.

Hướng dẫn chọn đáp án

$$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2 = U_R^2 + \left(\frac{U_C}{2}\right)^2 \Rightarrow U_R = \frac{\sqrt{3}}{2}U$$

Từ đó : $\cos\varphi = \dfrac{U_R}{U} = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$. *Chọn B.*

Ví dụ 12. Một đoạn mạch gồm một điện trở thuần $R = 25\Omega$, mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung $C = \dfrac{10^{-4}}{\pi}F$ và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Đặt vào hai đầu đoạn mạch đó một điện áp xoay chiều có tần số 50Hz. Biết điện áp giữa hai đầu điện trở thuần R sớm pha $\frac{\pi}{4}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch. Cảm kháng của cuộn cảm bằng :

A. 75Ω B. 100Ω C. 125Ω D. 150Ω.

Hướng dẫn chọn đáp án

$$\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = -1 \quad \Rightarrow \quad Z_L = Z_C - R = 100 - 25 = 75\Omega.$$

Chọn A.

Ví dụ 13. Đoạn mạch AB gồm cuộn dây có điện trở thuần r = 5Ω và hệ số tự cảm $L = \frac{1}{4\pi}H$ mắc nối tiếp với điện trở thuần R = 20Ω. Biết dòng điện trong mạch có biểu thức là $i = \sqrt{2}\cos 100\pi t$ (A). Tổng trở và hệ số công suất của đoạn mạch có trị số tương ứng là :

A. 25Ω; 0,707 B. 50Ω; $\frac{\sqrt{2}}{2}$ C. $25\sqrt{2}$Ω; 0,707 D. $50\sqrt{2}$Ω; $\frac{\sqrt{2}}{2}$.

Hướng dẫn chọn đáp án

$$Z = \sqrt{(R + r)^2 + (L\omega)^2} = \sqrt{25^2 + 25^2} = 25\sqrt{2}\Omega$$

$$\cos\varphi = \frac{R + r}{Z} = \frac{25}{25\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,707.$$ *Chọn C.*

Ví dụ 14. Trong đoạn mạch RLC nối tiếp đang xảy ra cộng hưởng điện. Tăng dần tần số dòng điện và giữ nguyên các thông số khác của mạch, kết luận nào sau đây là ***đúng*** ?

A. Công suất tiêu thụ đoạn mạch tăng.

B. Hệ số công suất của mạch giảm.

C. Cường độ hiệu dụng trong mạch tăng.

D. Điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện tăng.

Hướng dẫn chọn đáp án

Lúc đầu : $Z_L = Z_C$. Nếu tăng tần số : Z_L tăng, Z_C giảm. Do đó tổng trở Z tăng. Do đó : $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$ giảm; cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch giảm; công suất tiêu thụ đoạn mạch giảm; điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện giảm. *Chọn B.*

Ví dụ 15. Đặt vào hai đầu đoạn mạch xoay chiều gồm R, L, C mắc nối tiếp một điện áp $u = U_0\cos 100\pi t$, thì điện áp giữa hai đầu mạch lệch pha $\frac{\pi}{3}$ so với cường độ dòng điện. Biết cuộn cảm thuần có $Z_L = 20\Omega$ còn tụ điện có điện dung thay đổi được. Cho điện dung C tăng lên 2 lần so với giá trị ban đầu, thì trong mạch có cộng hưởng điện. Điện trở thuần của mạch có giá trị là :

A. $\frac{20\sqrt{3}}{3}\Omega$ B. $20\sqrt{3}\Omega$ C. $40\sqrt{3}\Omega$ D. $10\sqrt{3}\Omega$.

Hướng dẫn chọn đáp án

Sau khi tăng C lên 2 lần, ta có : $Z'_C = \frac{1}{2}Z_C = Z_L$ (cộng hưởng điện).

Suy ra : $Z_C = 2Z_L = 40\Omega$.

Lúc đầu : $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{20 - 40}{R} = -\sqrt{3} \Rightarrow R = \frac{20\sqrt{3}}{3}\Omega$. *Chọn A.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

10.1. Đặt một điện áp xoay chiều có tần số 50Hz và giá trị hiệu dụng 120V vào đoạn mạch AB gồm một điện trở thuần $R = 60\Omega$, một tụ điện có điện dung $C = 3{,}97\mu F$ và cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L = 0{,}51H$ mắc nối tiếp với nhau. Tính cường độ dòng điện hiệu dụng qua đoạn mạch.

10.2. Một điện trở $R = 100\Omega$ mắc nối tiếp với một tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-4}}{\pi}F$, rồi mắc vào điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 220V.

a) Khi tần số dòng điện là f = 50Hz, tính tổng trở của đoạn mạch và cường độ dòng điện hiệu dụng đi qua đoạn mạch.

b) Tính tần số của dòng điện nếu cường độ hiệu dụng của dòng điện qua đoạn mạch là 0,5A.

10.3. Một đoạn mạch RLC gồm một điện trở thuần $R = 40\Omega$, một cuộn cảm thuần với độ tự cảm L = 24mH, một tụ điện có điện dung $C = 15{,}9\mu F$, được mắc nối tiếp vào điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 28V, tần số 200Hz.

a) Tính tổng trở của đoạn mạch.

b) Tính cường độ dòng điện hiệu dụng đi qua đoạn mạch.

c) Tính độ lệch pha giữa điện áp ở hai đầu đoạn mạch và dòng điện trong mạch.

10.4. Một đoạn mạch RLC mắc nối tiếp, có $R = 90\Omega$; $C = 79{,}6\mu F$, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 0,51H. Ampe kế và các dây nối có điện trở rất nhỏ. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch : $u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V).

a) Tính tổng trở của đoạn mạch.

b) Xác định số chỉ của ampe kế và viết biểu thức cường độ dòng điện tức thời qua đoạn mạch.

10.5. Một đoạn mạch RLC có dòng điện xoay chiều chạy qua, trong đó cuộn dây L có điện trở thuần rất nhỏ. Người ta đo được các điện áp hiệu dụng : $U_C = 165V$; $U_R = 120V$; $U_L = 75V$.

a) Tính điện áp giữa hai đầu A và B của mạch điện.

b) Cho biết tổng trở của mạch là Z = 250Ω và dòng điện có tần số f = 60Hz. Hãy tính giá trị R của điện trở thuần, điện dung C của tụ điện và độ tự cảm L của cuộn dây trong đoạn mạch trên.

10.6. Một đoạn mạch RLC gồm một điện trở thuần R = 250Ω, một cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 0,461H và một tụ điện có điện dung C = 22μF được mắc nối tiếp vào mạng điện 220V, 50Hz.

a) Có hiện tượng gì xảy ra đối với đoạn mạch ? Tại sao ?

b) Tính tổng trở của đoạn mạch và cường độ hiệu dụng của dòng điện đi qua đoạn mạch.

c) Tính công suất tiêu thụ điện của đoạn mạch.

10.7. Một điện trở R = 20Ω, một tụ điện và một cuộn dây có độ tự cảm L và có điện trở thuần r được mắc nối tiếp vào điện áp 6V, tần số 1000Hz. Khi tụ điện có điện dung C = 0,792μF, thì cường độ hiệu dụng của dòng điện đạt giá trị cực đại là 200mA.

a) Hãy tính điện trở thuần r và độ tự cảm L của cuộn dây.

b) Hãy tính điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây và giữa hai bản tụ điện.

10.8. Một đoạn mạch gồm điện trở R = 40Ω, một cuộn cảm L = 0,2H và một tụ điện C = 19,3μF mắc nối tiếp. Điện áp hiệu dụng hai đầu đoạn mạch là U = 110V, tần số f = 50Hz.

a) Tính cường độ dòng điện qua đoạn mạch.

b) Tính hệ số công suất của đoạn mạch.

c) Tính công suất tiêu thụ của đoạn mạch.

10.9. Một mạch điện gồm một điện trở thuần R mắc nối tiếp với một tụ điện có điện dung C. Nếu giữ R và điện áp hiệu dụng U giữa hai đầu đoạn mạch không đổi, đồng thời tăng tần số f của dòng điện trong mạch lên 2 lần, thì dung kháng Z_C của tụ điện và công suất tiêu thụ điện $\mathscr{P}$ của đoạn mạch thay đổi thế nào ?

A. Dung kháng tăng 2 lần, công suất $\mathscr{P}$ vẫn không thay đổi.

B. Dung kháng và công suất $\mathscr{P}$ tăng.

C. Dung kháng giảm đi 2 lần và công suất $\mathscr{P}$ tăng.

D. Dung kháng giảm đi 2 lần và công suất $\mathscr{P}$ giảm.

10.10. Đặt vào hai đầu đoạn mạch có RLC, mắc nối tiếp một điện áp xoay chiều $u = U_0\cos2\pi ft$ (V), có tần số f thay đổi được. Khi tần số f bằng 40Hz, hoặc bằng 62,5Hz, thì cường độ dòng điện qua mạch có giá trị hiệu dụng bằng nhau. Để cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch cực đại thì tần số f phải bằng :

A. 100Hz B. 60Hz C. 50Hz D. 50πHz.

10.11. Cho mạch điện xoay chiều có R, L, C mắc nối tiếp. Nếu tăng tần số của điện áp xoay chiều đặt vào hai đầu mạch thì :

A. Tổng trở của mạch tăng.

B. Công suất tiêu thụ tăng.

C. Hệ số công suất giảm.

D. Dung kháng giảm và cảm kháng tăng.

10.12. Trong đoạn mạch xoay chiều RLC nối tiếp có cảm kháng bằng dung kháng. Khẳng định nào sau đây là ***sai*** ?

A. Hệ số công suất đạt cực đại.

B. Hiệu điện thế trên R đạt cực đại.

C. Cường độ hiệu dụng có giá trị cực đại.

D. Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm và giữa hai bản tụ điện đều đạt cực đại.

10.13. Một cuộn dây mắc nối tiếp với một tụ điện, rồi mắc vào điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng bằng U và tần số bằng 50Hz. Dùng vôn kế đo được điện áp hiệu dụng trên cuộn dây bằng $U\sqrt{3}$ và trên tụ điện bằng 2U. Hệ số công suất của đoạn mạch đó bằng :

A. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ B. $\frac{\sqrt{3}}{4}$ C. 0,5 D. $\sqrt{2}$.

10.14. Một mạch điện gồm một điện trở thuần R mắc nối tiếp với một tụ điện có điện dung C. Mạch điện được mắc vào nguồn điện xoay chiều có tần số f và điện áp hiệu dụng ổn định. Điều chỉnh điện trở R đến giá trị R_0 thì công suất của mạch đạt cực đại, khi đó điện dung C xác định bởi hệ thức nào sau đây ?

A. $\frac{fR_0}{2\pi}$ B. $\frac{2\pi f}{R_0}$ C. $\frac{R_0}{2\pi f}$ D. $\frac{1}{2\pi fR_0}$.

10.15. Đoạn mạch điện xoay chiều gồm biến trở R và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L mắc nối tiếp. Biết điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch có giá trị ổn định là U. Thay đổi R đến giá trị R_0 thì công suất tiêu thụ của đoạn mạch đạt giá trị cực đại $\mathscr{P}_{max}$. Biểu thức nào sau đây là ***sai*** ?

A. $\omega^2 = \dfrac{L}{R_0}$ B. $\mathscr{P}_{max} = \dfrac{U^2}{R_0}$ C. $L = \dfrac{U^2}{\mathscr{P}_{max}\omega}$ D. $L = \dfrac{R_0}{\omega}$.

10.16. Cho một đoạn mạch RLC nối tiếp. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện qua mạch lần lượt có biểu thức :

$$u = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(V); \qquad i = 3\sqrt{2}\cos 100\pi t\,(A).$$

Công suất tiêu thụ điện của đoạn mạch là :

A. 120W B. 520W C. 260W D. 130W.

BÀI 11 MÁY PHÁT ĐIỆN VÀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Máy phát điện xoay chiều

a) Nguyên tắc hoạt động của máy phát điện xoay chiều

Dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Khi từ thông qua một vòng dây biến thiên điều hòa $\Phi_1 = \Phi_0\cos\omega t$, trong cuộn dây có N vòng dây xuất hiện suất điện động cảm ứng xoay chiều :

$$e = -N\frac{d\Phi_1}{dt} = \omega N\Phi_0\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

Có hai cách tạo ra suất điện động xoay chiều :

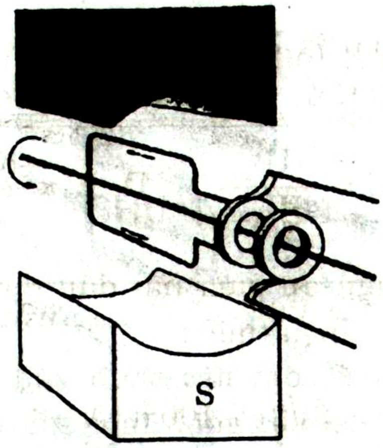
+ Từ trường cố định, các vòng dây quay trong từ trường.

+ Từ trường quay, các vòng dây đặt cố định.

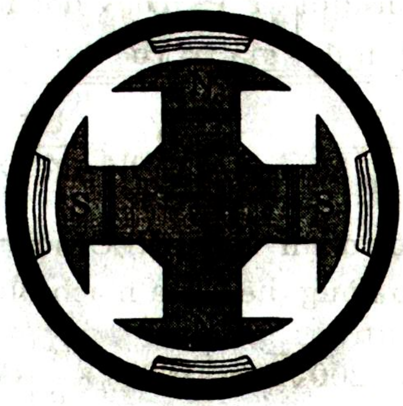
- Máy phát điện xoay chiều có hai bộ phần chính : *phần cảm*, tạo ra từ trường (nam châm) và *phần ứng* là cuộn dây trong đó xuất hiện suất điện động cảm ứng. Một trong hai phần đặt cố định (gọi là *stato*) và phần còn lại quay quanh một trục (gọi là *rôto*).

b) *Máy phát điện xoay chiều một pha* có thể hoạt động theo hai cách :

– *Cách thứ nhất :* phần ứng quay, phần cảm cố định (Hình 11.1). Để dẫn dòng điện ra mạch ngoài người ta dùng hai vành khuyên đặt đồng trục và cùng quay với khung dây; mỗi vành khuyên có một thanh quét tì vào; dòng điện truyền từ khung dây qua hai thanh quét ra ngoài.



Hình 11.1



Hình 11.2

- *Cách thứ hai* : phần cảm quay, phần ứng cố định (Hình 11.2). *Tần số biến thiên của dòng điện xoay chiều của máy là : $f = pn$*, với p là số cặp cực, n là tốc độ quay (tính theo số vòng quay mỗi giây).

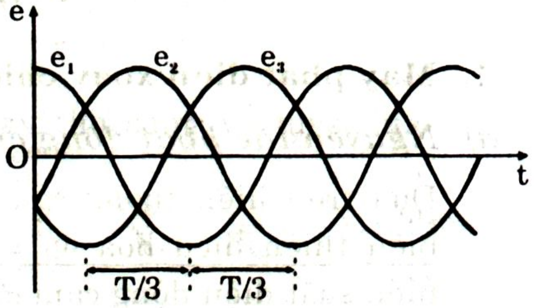
2. Máy phát điện xoay chiều ba pha

a) *Dòng điện xoay chiều ba pha* **là hệ thống ba dòng điện xoay chiều, gây bởi ba suất điện động cùng tần số, cùng biên độ nhưng lệch pha nhau từng đôi một là $\frac{2\pi}{3}$** (Hình 11.3).

$$e_1 = E_0\cos\omega t$$

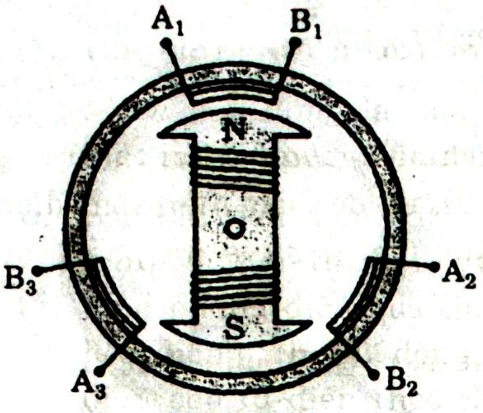
$$e_2 = E_0\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$e_3 = E_0\cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$



Hình 11.3

b) *Dòng điện xoay chiều ba pha do máy phát điện xoay chiều ba pha tạo ra.*

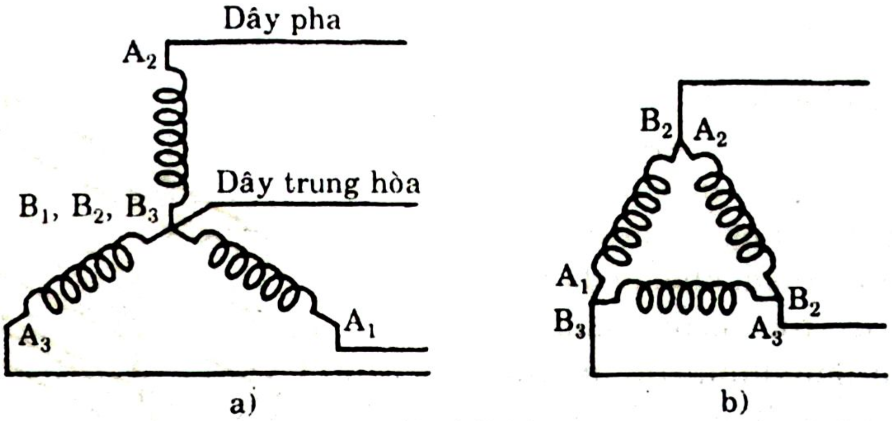


Hình 11.4

Phần cảm của máy là nam châm điện quay (rôto); phần ứng là ba cuộn dây riêng rẽ, hoàn toàn giống nhau, bố trí lệch nhau $\frac{1}{3}$ vòng tròn trên stato và gắn vào vỏ máy, các đầu của ba cuộn dây là A_1B_1; A_2B_2; A_3B_3 (Hình 11.4).

Khi nam châm quay, trong ba cuộn dây có xuất hiện ba suất điện động xoay chiều cùng tần số, cùng biên độ nhưng lệch pha nhau $\frac{2\pi}{3}$.

Có hai cách mắc mạch điện ba pha : cách mắc hình sao (Hình 11.5a) và cách mắc tam giác (Hình 11.5b).



Hình 11.5

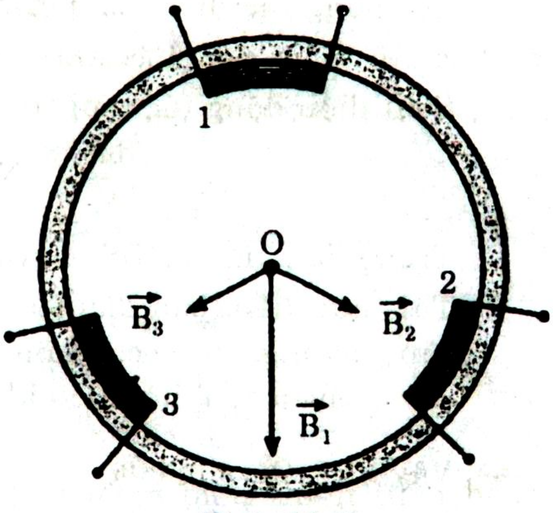
- Trong cách *mắc hình sao* (kí hiệu Y) điện áp hiệu dụng U_d giữa hai dây pha (gọi là *điện áp dây*) bằng $\sqrt{3}U_p$, U_p là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mỗi cuộn dây của máy (*điện áp pha*). Nếu các tải tiêu thụ đối xứng thì dòng điện trong dây trung hòa bằng 0.
- Trong cách *mắc tam giác* (kí hiệu Δ) không có dây trung hòa nên đòi hỏi tải tiêu thụ phải rất đối xứng và khi đó $U_d = U_p$.

3. Động cơ không đồng bộ ba pha

a) Nguyên tắc động cơ không đồng bộ

Đặt một khung dây (có thể quay tự do quanh trục đối xứng của khung) vào trong một từ trường quay (được tạo ra bằng cách cho nam châm vĩnh cửu hình chữ U quay quanh một trục với tốc độ góc ω), khung dây sẽ quay nhanh dần cùng chiều với chiều quay nam châm và đạt tới tốc độ góc $\omega_0 < \omega$.

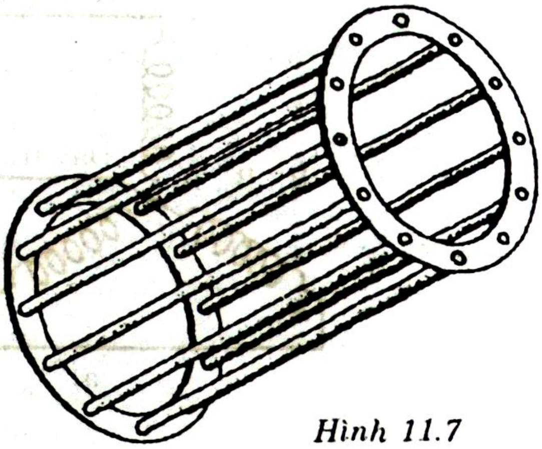
b) Động cơ không đồng bộ ba pha



Hình 11.6

Trong động cơ không đồng bộ ba pha, từ trường quay được tạo ra nhờ dòng điện ba pha (Hình 11.6).

Cho dòng điện ba pha chạy vào ba cuộn dây giống nhau quấn trên ba lõi sắt bố trí lệch nhau 120° trên một vòng tròn và gắn với vỏ máy (stato). Mỗi cuộn dây tạo nên ở vùng xung quanh tâm O của vòng tròn một từ trường có vectơ cảm ứng từ nằm dọc theo trục của cuộn dây đó và có độ lớn biến đổi điều hòa giống như cường độ dòng ba pha. Kết quả là tại tâm O có một từ trường tổng hợp $\vec{B}$, có độ lớn không đổi : $B = \frac{3}{2}B_0$ (B_0 là cảm ứng từ cực đại do mỗi cuộn dây gây ra), và có phương quay quanh O với tốc độ góc ω (ω là tần số góc của dòng điện ba pha), tức là tại vùng quanh O có từ trường quay. Do tác dụng của từ trường quay, rôto của động cơ quay với tốc độ góc nhỏ hơn tốc độ góc của từ trường. Để tăng thêm hiệu quả, người ta ghép nhiều khung dây dẫn giống nhau có trục quay chung tạo thành một cái lồng hình trụ, mặt bên tạo bởi nhiều thanh kim loại song song (gọi là rôto lồng sóc (Hình 11.7)).



Hình 11.7

Chú ý : *Dòng điện ba pha được sử dụng rộng rãi vì nó có nhiều ưu điểm :*

- Truyền tải điện năng đi xa bằng dòng điện ba pha tiết kiệm được dây dẫn so với truyền tải bằng dòng điện một pha.
- Cung cấp điện cho các động cơ ba pha, được dùng phổ biến trong các nhà máy, xí nghiệp.

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Một khung dây dẫn hình chữ nhật có 1500 vòng, diện tích mỗi vòng $100cm^2$, quay đều quanh trục đối xứng của khung với tốc độ góc 120 vòng/phút trong một từ trường đều có cảm ứng từ bằng 0,4T. Trục quay vuông góc với các đường sức từ. Chọn gốc thời gian là lúc vectơ pháp tuyến của mặt phẳng khung dây cùng hướng với vectơ cảm ứng từ. Viết biểu thức suất điện động cảm ứng tức thời trong khung.

Bài giải

Từ thông tức thời qua diện tích của mỗi vòng của khung dây :

$$\Phi = \Phi_0\cos(\omega t + \varphi); \quad \Phi_0 = BS$$

Suất điện động tức thời trong khung dây :

$$e = -N\frac{d\Phi}{dt} = -N\Phi' = N\Phi_0\omega\sin(\omega t + \varphi)$$

Trong đó : $E_0 = NBS\omega = 1500.0{,}4.100.10^{-2}.2.2\pi = 24\pi$ (V)

Tại thời điểm ban đầu t = 0, vectơ pháp tuyến của mặt phẳng khung dây cùng hướng với vectơ cảm ứng từ. Khi đó góc giữa phương từ trường và pháp tuyến của diện tích khung dây bằng không : $\varphi = 0$.

Vậy : $e = 24\pi\sin(4\pi t)$ (V) hay $e = 24\pi\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (V).

Ví dụ 2. Rôto của một máy phát điện là một nam châm gồm 6 cặp cực. Dòng điện do máy phát ra có tần số 50Hz. Tính số vòng quay của rôto trong một phút và tốc độ góc của rôto.

Bài giải

Áp dụng công thức f = np, trong đó f là tần số của dòng điện do máy phát ra; p là số cặp cực của rôto; n là số vòng quay/giây của rôto.

Từ đó suy ra : $n = \frac{f}{p} = \frac{50}{6}$ vòng/giây = 500 vòng/phút

Tốc độ góc của rôto : $\omega = 2\pi n = 2\pi.\frac{50}{6} = \frac{50}{3}\pi$ rad/s ≈ 53,33 rad/s.

Ví dụ 3. Một máy phát điện xoay chiều ba pha mắc hình sao có điện áp pha 127V và tần số 50Hz. Người ta đưa dòng điện ba pha vào tải như nhau mắc hình tam giác, mỗi tải có điện trở thuần 12Ω và độ tự cảm 51mH.

a) Tính cường độ dòng điện qua các tải.

b) Tính công suất tiêu thụ ở các tải.

Bài giải

Cường độ dòng điện qua các tải :

Tổng trở của mỗi tải : $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} = \sqrt{12^2 + (51.10^{-3}.2\pi.50)^2} \approx 20\Omega$

Do các tải mắc hình tam giác nên điện áp hiệu dụng trên mỗi tải :

$$U_d = \sqrt{3}U_p = 127\sqrt{3}V = 220V$$

Cường độ dòng điện qua mỗi tải : $I = \frac{U_d}{Z} = \frac{220}{20} = 11A$

Công suất tiêu thụ ở các tải : $\mathscr{P} = 3\mathscr{P}_1 = 3RI^2 = 3.12.(11)^2 = 4356W$.

Ví dụ 4. Rôto của máy phát điện xoay chiều là một nam châm có 3 cặp cực từ, quay với tốc độ 1200 vòng/phút. Tần số của suất điện động do máy phát tạo ra là :

A. 40Hz B. 50Hz C. 60Hz D. 70Hz.

Hướng dẫn chọn đáp án

Tần số của suất điện động cảm ứng do máy phát điện xoay chiều tạo ra được tính theo công thức f = np, trong đó p là số cặp cực từ, n là số vòng rôto quay trong 1 giây : $f = np = \frac{1200.3}{60} = 60Hz$. *Chọn C.*

Ví dụ 5. Phần ứng của một máy phát điện xoay chiều có 200 vòng dây giống nhau. Từ thông qua một vòng dây có giá trị cực đại là 2mWb và biến thiên điều hòa với tần số 50Hz. Suất điện động của máy có giá trị cực đại là :

A. 62,8V B. 125,7V C. 12,57V D. 156,7V.

Hướng dẫn chọn đáp án

Từ thông cực đại qua một vòng dây của cuộn dây trong phần ứng :

$$\Phi_0 = 2mWb = 2.10^{-3}Wb$$

Suất điện động cực đại giữa hai đầu cuộn dây phần ứng là :

$$E_0 = N\Phi_0\omega = 2\pi N\Phi_0 f = 125,7V.$$ *Chọn B.*

/í dụ 6. Một máy phát điện xoay chiều một pha có rôto gồm 4 cặp cực từ, muốn tần số dòng điện xoay chiều mà máy phát ra là 50Hz thì rôto phải quay với tốc độ là bao nhiêu ?

A. 3000 vòng/phút B. 1500 vòng/phút

C. 750 vòng/phút D. 500 vòng/phút.

Hướng dẫn chọn đáp án

$$n = \frac{f}{p} = \frac{50}{4} = 12 \text{ vòng/s} = 750 \text{ vòng/phút}.$$ *Chọn C.*

/í dụ 7. Một máy phát điện mà phần cảm gồm hai cặp cực từ quay với tốc độ 1500 vòng/phút và phần ứng gồm hai cuộn dây mắc nối tiếp, có suất điện động hiệu dụng 220V, từ thông cực đại qua mỗi vòng dây là 5mWb. Mỗi cuộn dây có số vòng là :

A. 198 vòng B. 99 vòng C. 140 vòng D. 70 vòng.

Hướng dẫn chọn đáp án

$$f = np = \frac{1500.2}{60} = 50\text{Hz}$$

$$E_0 = N\Phi_0\omega = 2\pi N\Phi_0 f \quad \Rightarrow \quad N = \frac{E_0}{\Phi_0\omega} = \frac{220\sqrt{2}}{5.10^{-3}.2\pi.50} = 198 \text{ vòng}.$$

Chọn A.

Ví dụ 8. Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu một pha của một máy phát điện xoay chiều ba pha là 220V. Trong cách mắc hình sao, điện áp hiệu dụng giữa hai dây pha là :

A. 220V B. 311V C. 381V D. 660V.

Hướng dẫn chọn đáp án

Trong cách mắc hình sao ta có : $U_d = \sqrt{3}U_p = 220\sqrt{3} = 381\text{V}$. *Chọn C.*

Ví dụ 9. Một động cơ không đồng bộ ba pha hoạt động bình thường khi điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mỗi cuộn dây là 220V. Trong khi đó chỉ có một mạng điện xoay chiều ba pha do một máy phát ba pha tạo ra suất điện động hiệu dụng ở mỗi pha là 127V. Để động cơ hoạt động bình thường ta phải mắc theo cách nào sau đây ?

A. Ba cuộn dây của máy phát mắc theo hình tam giác, ba cuộn dây của động cơ mắc theo hình sao.

B. Ba cuộn dây của máy phát mắc theo hình tam giác, ba cuộn dây của động cơ mắc theo hình tam giác.

C. Ba cuộn dây của máy phát mắc theo hình sao, ba cuộn dây của động cơ mắc theo hình sao.

D. Ba cuộn dây của máy phát mắc theo hình sao, ba cuộn dây của động cơ mắc theo hình tam giác.

Hướng dẫn chọn đáp án

- Ba cuộn dây của máy phát mắc theo hình sao thì điện áp hiệu dụng giữ hai dây pha là $U_d = \sqrt{3}U_p = 127\sqrt{3} = 220V$.
- Ba cuộn dây của động cơ mắc theo hình tam giác thì điện áp hiệu dụn đặt vào mỗi cuộn dây của động cơ là 220V, động cơ hoạt động bìn thường. *Chọn D.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

11.1. Một cuộn dây gồm N = 400 vòng, diện tích mỗi vòng $250cm^2$ được đặ trong một từ trường đều có cảm ứng từ B = 0,02T. Cho cuộn dây quay đề xung quanh trục đối xứng của nó đặt vuông góc với từ trường. Khi đó suấ điện động hiệu dụng xuất hiện trong cuộn dây là E = 6V.

a) Tính suất điện động cực đại E_0 trong cuộn dây.

b) Tính số vòng quay của cuộn dây trong mỗi phút.

11.2. Phần cảm của máy phát điện xoay chiều có 4 cặp cực.

a) Nếu rôto của máy quay 600 vòng trong một phút thì tần số của dòn điện do máy phát ra là bao nhiêu ?

b) Để tần số của dòng điện do máy phát ra là 50Hz thì rôto phải qua bao nhiêu vòng trong một phút ?

11.3. Một máy phát điện xoay chiều một pha với phần cảm có 2 cặp cực v phần ứng gồm 2 cặp cuộn dây nối tiếp, có suất điện động hiệu dụng 220V tần số 50Hz.

a) Tính tốc độ của rôto.

b) Tìm số vòng dây của mỗi cuộn dây trong phần ứng, biết từ thông cự đại qua mỗi cuộn là 5mWb.

11.4. Một máy phát điện xoay chiều ba pha mắc hình sao có điện áp pha 131V và tần số 60Hz. Người ta đưa dòng điện ba pha vào ba tải như nhau mắc hình tam giác, mỗi tải có điện trở thuần 120Ω và độ tự cảm $\frac{1}{\pi}H$.

a) Tính cường độ dòng điện qua các tải.

b) Tính công suất tiêu thụ ở các tải.

11.5. Máy phát điện xoay chiều công suất lớn có hai bộ phận cơ bản là :

A. Hai cuộn dây đồng và một lõi thép.

B. Rôto là phần cảm và stato là phần ứng.

C. Rôto là phần ứng và stato là phần cảm.

D. Hai bán khuyên và hai chổi quét.

11.6. Một khung dây kim loại phẳng dẹt hình chữ nhật gồm N vòng dây, diện tích mỗi vòng là S được cho quay đều với tốc độ góc ω, quanh một trục cố định trong một từ trường đều có cảm ứng từ có độ lớn là B. Biết trục quay luôn vuông góc với phương của từ trường, là trục đối xứng của khung và nằm trong mặt phẳng khung dây. Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung có biên độ :

A. $E_0 = NBS\omega$ B. $E_0 = \dfrac{NBS}{\omega}$. C. $E_0 = \dfrac{BS\omega}{N}$. D. $E_0 = \dfrac{NBS\omega}{\sqrt{2}}$.

1.7. Một máy phát điện tạo một điện áp xoay chiều u = 170cos(377t) (V) với t tính bằng giây. Tần số và giá trị hiệu dụng của điện áp xoay chiều này là

A. 120Hz, 170V B. 120Hz, 120V

C. 60Hz, 120V D. 60Hz, 170V.

1.8. Stato của một động cơ không đồng bộ ba pha gồm 6 cuộn dây, cho dòng điện xoay chiều ba pha tần số 50Hz vào động cơ. Từ trường tại tâm của stato quay với tốc độ là :

A. 3000 vòng/phút B. 1500 vòng/phút

C. 1000 vòng/phút D. 500 vòng/phút.

11.9. Phát biểu nào sau đây là ***đúng*** ?

A. Dòng điện xoay chiều một pha chỉ có thể do máy phát điện xoay chiều một pha tạo ra.

B. Suất điện động của máy phát điện xoay chiều tỉ lệ với số vòng quay trong một phút của rôto.

C. Dòng điện do máy phát điện xoay chiều tạo ra luôn có cùng tần số quay của rôto.

D. Chỉ có dòng điện xoay chiều ba pha mới tạo ra từ trường quay.

11.10. Máy phát điện xoay chiều một pha tạo ra dòng điện xoay chiều có tần số 50Hz, rôto quay với vận tốc 750 vòng/phút. Số cặp cực của máy bằng :

A. 1 B. 2 C. 4 D. 6.

11.11. Một máy phát điện xoay chiều một pha với phần cảm có p cặp cực quay với tần số góc là n vòng/phút. Máy phát ra dòng điện có tần số bằng :

A. $\dfrac{np}{60}$Hz B. $\dfrac{n}{60p}$Hz C. $\dfrac{p}{60n}$Hz D. $\dfrac{60}{np}$Hz.

BÀI 12 MÁY BIẾN ÁP. TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG

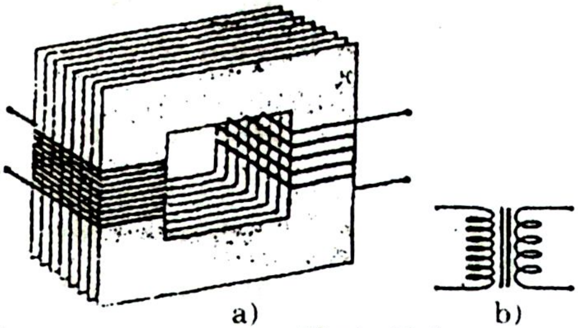
I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Máy biến áp

Máy biến áp là thiết bị hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ, dùng để biến đổi điện áp xoay chiều mà không làm thay đổi tần số của nó.

a) Cấu tạo và nguyên tắc hoạt động

- Máy biến áp gồm hai cuộn dây có số vòng khác nhau, quấn trên một khung sắt non có pha silic gọi là *lõi biến áp* (thường là hình chữ nhật) (Hình 12.1a); kí hiệu của máy như trên hình 12.1b.



a) b)

Hình 12.1

- Hoạt động của máy biến áp dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Một trong hai cuộn dây (có N_1 vòng) của máy biến áp được nối với nguồn điện xoay chiều, được gọi là *cuộn sơ cấp*. Cuộn thứ hai (có N_2 vòng) được nối với tải tiêu thụ điện năng, được gọi là *cuộn thứ cấp*. Dòng điện xoay chiều chạy trong cuộn sơ cấp, tạo ra từ thông biến thiên qua cuộn thứ cấp, làm xuất hiện trong cuộn thứ cấp một suất điện động xoay chiều. Nếu mạch thứ cấp kín thì có dòng điện xoay chiều chạy trong cuộn thứ cấp.

b) Sự biến đổi điện áp và cường độ dòng điện qua máy biến áp

- Khi nối cuộn sơ cấp với nguồn điện xoay chiều, điện áp hiệu dụng ở cuộn sơ cấp là U_1. Với lõi sắt kín, hầu như mọi đường sức do dòng điện ở cuộn sơ cấp gây ra đều đi qua cuộn thứ cấp. Nói cách khác, từ thông qua mỗi vòng dây của cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp là như nhau và đều bằng $\Phi = \Phi_0\cos2\pi ft$. Do đó trong cuộn thứ cấp xuất hiện suất điện động cảm ứng.

$$e_2 = -\frac{d}{dt}(N_2\Phi) = 2\pi fN_2\Phi_2\sin2\pi ft.$$

Điều đó có nghĩa là trong cuộn thứ cấp xuất hiện dòng điện xoay chiều cùng tần số dòng điện ở cuộn sơ cấp. Hơn nữa, suất điện động cảm ứng trong mỗi cuộn dây tỉ lệ với số vòng N_1, N_2 của chúng :

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2}, \quad \text{từ đó} \quad \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}.$$

Nếu bỏ qua điện trở của dây quấn ta có $U_1 = E_1$, $U_2 = E_2$ (U_1, U_2 là điện áp hiệu dụng ở cuộn sơ cấp và ở cuộn thứ cấp). Từ đó ta có :

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}.$$

Nếu $N_2 > N_1$ thì $U_2 > U_1$: máy tăng áp.

Nếu $N_2 < N_1$ thì $U_2 < U_1$: máy hạ áp.

- Nếu hao phí điện năng trong máy biến áp không đáng kể (máy biến áp lí tưởng) thì $U_1I_1 = U_2I_2$ hay $\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$ (I_1, I_2 là cường độ hiệu dụng của dòng điện ở cuộn sơ cấp và ở cuộn thứ cấp).

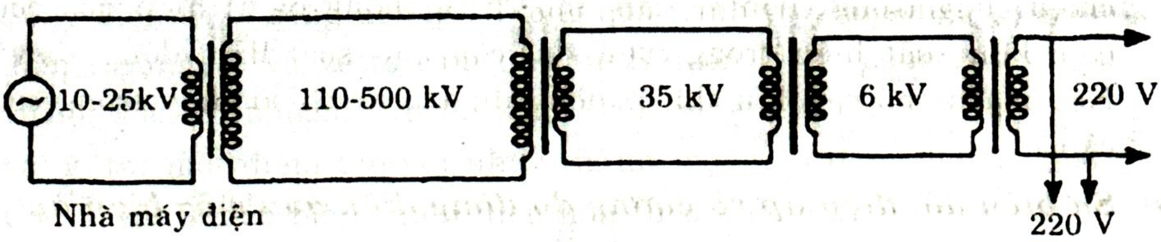
2. Truyền tải điện năng

- Công suất hao phí trên đường dây tải điện trở R (chủ yếu do tỏa nhiệt) :

$$\Delta\mathscr{P} = RI^2 = R\frac{\mathscr{P}^2}{(U\cos\varphi)^2},$$

$\mathscr{P}$ là công suất điện truyền đi, U là điện áp hiệu dụng ở nơi phát, cosφ là hệ số công suất mạch điện.

- Để giảm hao phí trong việc truyền tải điện từ nơi phát điện đến nơi tiêu thụ, cần phải tăng điện áp U ở nơi phát điện và giảm điện áp ở nơi tiêu thụ tới giá trị cần thiết. Trên hình 12.2 là một sơ đồ truyền tải và phân phối điện năng.



Hình 12.2

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Một máy biến áp với cuộn sơ cấp có $N_1 = 1000$ vòng được mắc vào mạng điện 220V, cuộn thứ cấp có $N_2 = 55$ vòng. Bỏ qua mọi sự hao phí ở máy biến áp.

a) Tính điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp.

b) Nối hai đầu cuộn thứ cấp với tải tiêu thụ thì dòng điện qua cuộn thứ cấp có cường độ hiệu dụng là 0,5A. Hãy tính cường độ dòng điện hiệu dụng chạy qua cuộn sơ cấp.

Bài giải

a) Áp dụng công thức của máy biến áp : $\dfrac{U_2}{U_1} = \dfrac{N_2}{N_1}$

Suy ra điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp :

$$U_2 = U_1\frac{N_2}{N_1} = 220.\frac{55}{1000} = 12{,}1\text{V}.$$

b) Từ công thức máy biến áp khi mạch thứ cấp kín và bỏ qua mọi hao phí ở máy biến áp : $\dfrac{I_2}{I_1} = \dfrac{N_1}{N_2}$

suy ra dòng điện đi qua cuộn sơ cấp có cường độ hiệu dụng là :

$$I_1 = I_2\frac{N_2}{N_1} = 0{,}5.\frac{55}{1000} = 0{,}0275\text{A} = 27{,}5\text{mA}.$$

Ví dụ 2. Một máy phát điện xoay chiều có công suất $\mathscr{P} = 660kW$. Dòng điện từ máy phát điện được truyền đi xa bằng đường dây điện có điện trở tổng cộng $R = 10\Omega$. Tính công suất hao phí điện năng trên đường dây tải điện trong các trường hợp sau :

a) Điện áp hiệu dụng ở hai đầu đường dây là 5kV.

b) Điện áp hiệu dụng ở hai đầu đường dây là 55kV.

Có nhận xét gì về hai trường hợp a và b.

Bài giải

a) Áp dụng công thức tính công suất hao phí điện năng trên đường dây :

$$\Delta\mathscr{P} = \mathscr{P}^2\frac{R}{U^2}$$

Khi : $U = 5kV = 5.10^3V$

$$\Delta\mathscr{P} = (660.10^3)^2.\frac{10}{(5.10^3)^2} = \frac{660^2.10}{5^2} = 174,24.10^3\,W = 174,24kW$$

b) Trường hợp $U = 55kV = 55.10^3V$

$$\Delta\mathscr{P} = \mathscr{P}^2\frac{R}{U^2} = (660.10^3)^2.\frac{10}{(55.10^3)^2} = 1440W = 1,44kW$$

Nhận xét : Điện áp hiệu dụng ở hai đầu đường dây tăng gấp 11 lần thì công suất hao phí điện năng trên đường dây giảm :

$$\frac{174,24}{1,44} = 121\,\text{lần} = 11^2\,\text{lần}.$$

Ví dụ 3. Một máy biến áp dùng làm máy hạ áp gồm cuộn dây 9000 vòng và cuộn dây 450 vòng. Bỏ qua mọi hao phí trong máy biến áp. Khi nối hai đầu cuộn sơ cấp với điện áp $u = 200\sqrt{2}\cos100\pi t\,(V)$ thì điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp bằng :

A. 100V B. 20V C. 50V D. 10V.

Hướng dẫn chọn đáp án

Áp dụng công thức máy biến áp :

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{450}{9000} \Rightarrow U_2 = U_1\frac{450}{9000} = 200.\frac{450}{9000} = 10V.$$

Chọn D.

Ví dụ 4. Một máy biến áp có cuộn sơ cấp gồm 2400 vòng dây, mắc vào mạng điện xoay chiều có điện áp hiệu dụng $U_1 = 200V$, khi đó điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp để hở là $U_2 = 10V$. Bỏ qua hao phí trong máy biến áp thì số vòng dây cuộn thứ cấp là :

A. 600 vòng B. 180 vòng C. 480 vòng D. 120 vòng.

Hướng dẫn chọn đáp án

Áp dụng công thức máy biến áp :

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{10}{200} \quad \Rightarrow \quad N_2 = N_1\frac{10}{200} = 2400.\frac{10}{200} = 120 \text{ vòng.}$$

Chọn D.

Ví dụ 5. Một máy biến áp có số vòng cuộn sơ cấp là 3000 vòng, cuộn thứ cấp 500 vòng, được mắc vào mạng điện xoay chiều tần số 50Hz, khi đó cường độ dòng điện hiệu dụng qua cuộn thứ cấp là 12A. Cường độ dòng điện hiệu dụng qua cuộn sơ cấp là :

A. 1,41A B. 2,00A C. 2,83A D. 72,0A.

Hướng dẫn chọn đáp án

Áp dụng công thức máy biến áp : $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$, tìm được $I_1 = 2A$.

Chọn B.

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

12.1. Cuộn sơ cấp của máy biến áp có 1800 vòng được mắc vào mạng điện xoay chiều có điện áp hiệu dụng 120V. Cuộn thứ cấp của máy biến áp có 90 vòng.

a) Tính điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn thứ cấp để hở.

b) Nối hai đầu cuộn thứ cấp với bóng đèn có ghi 6V – 1,5W. Coi bóng đèn chỉ có tác dụng như một điện trở thuần và bỏ qua mọi hao phí ở máy biến áp. Tính cường độ hiệu dụng các dòng điện ở cuộn thứ cấp và sơ cấp.

12.2. Một máy biến áp có cuộn sơ cấp gồm 1000 vòng dây, cuộn thứ cấp gồm 2000 vòng. Mắc cuộn sơ cấp vào nguồn điện xoay chiều có điện áp hiệu dụng $U_1 = 100V$. Mắc vôn kế có $R_V = \infty$ vào hai đầu cuộn thứ cấp thì nó chỉ điện áp hiệu dụng $U_2 = 197V$.

a) Tính tỉ số giữa cảm kháng và điện trở thuần của cuộn sơ cấp.

b) Nếu thay lõi biến áp làm cho độ tự cảm giảm 10 lần thì điện áp hiệu dụng U'_2 ở mạch thứ cấp hở sẽ bằng bao nhiêu ?

12.3. Đường dây tải điện từ trạm biến áp về nơi tiêu thụ có điện áp hiệu dụng 220V, cường độ dòng điện hiệu dụng 50A. Cứ 1km đường dây có điện trở 0,2Ω. Tính công suất hao phí trên đường dây nếu :

a) Nơi tiêu thụ cách trạm 1km.

b) Nơi tiêu thụ cách trạm 10km.

c) Nhận xét gì về điện năng hao phí trong hai trường hợp trên. Có thể giảm bớt sự mất mát điện năng trên đường dây bằng cách nào ?

12.4. Một máy biến áp có hiệu suất xấp xỉ bằng 100%, có số vòng dây cuộn sơ cấp lớn hơn 10 lần số vòng dây cuộn thứ cấp. Máy biến áp này :

A. là máy tăng áp.

B. là máy hạ áp.

C. làm giảm tần số dòng điện ở cuộn sơ cấp 10 lần.

D. làm tăng tần số dòng điện ở cuộn sơ cấp 10 lần.

12.5. Để giảm công suất hao phí trên đường dây tải điện 4 lần mà không thay đổi công suất truyền đi ở trạm phát điện, ta cần :

A. tăng điện áp hiệu dụng ở trạm phát điện lên 4 lần.

B. tăng điện áp hiệu dụng ở trạm phát điện lên 2 lần.

C. giảm điện trở đường dây đi 2 lần.

D. giảm cường độ dòng điện hiệu dụng chạy trên dây đi 4 lần.

12.6. Nhận xét nào sau đây về máy biến áp là ***không đúng*** ?

A. Máy biến áp có thể tăng hiệu điện thế.

B. Máy biến áp có thể giảm hiệu điện thế.

C. Máy biến áp có thể thay đổi tần số dòng điện xoay chiều.

D. Máy biến áp có thể dùng biến đổi cường độ dòng điện.

12.7. Hiện nay, người ta thường dùng cách nào sau đây để làm giảm hao phí điện năng trong quá trình truyền tải điện đi xa ?

A. Tăng tiết diện dây dẫn dùng để truyền tải.

B. Xây dựng nhà máy điện gần nơi tiêu thụ.

C. Dùng dây dẫn bằng vật liệu siêu dẫn.

D. Tăng điện áp trước khi truyền tải điện năng đi xa.

12.8. Phương pháp làm giảm hao phí điện năng trong máy biến áp là :

A. Để máy biến áp ở nơi khô thoáng.

B. Lõi của máy biến áp được cấu tạo bằng một khối thép đặc.

C. Lõi của máy biến áp được cấu tạo bởi các lá thép mỏng ghép cách điện với nhau.

D. Tăng độ cách điện trong máy biến áp.

12.9. Biện pháp nào sau đây ***không*** làm tăng hiệu suất của máy biến áp ?

A. Dùng lõi sắt có điện trở suất nhỏ.

B. Dùng dây có điện trở suất nhỏ làm dây quấn máy biến áp.

C. Dùng lõi sắt gồm nhiều lá thép mỏng ghép cách điện với nhau.

D. Đặt các lá sắt song song với mặt phẳng chứa các đường sức từ.

12.10. Cuộn sơ cấp của máy biến áp có 4800 vòng được mắc vào mạng điện xoay chiều có điện áp hiệu dụng 90V. Cuộn thứ cấp của máy biến áp có 240 vòng. Nối hai đầu cuộn thứ cấp với một tải có tác dụng như một điện trở thuần R = 5Ω. Bỏ qua mọi hao phí ở máy biến áp. Cường độ dòng điện hiệu dụng các dòng điện ở cuộn thứ cấp và sơ cấp có trị số tương ứng là :

A. 0,5A; 0,025A
B. 0,45A; 22,5mA
C. 0,9A; 45mA
D. 0,45A; 9mA.

ÔN TẬP CHƯƠNG III

III.1. Một đoạn mạch gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 0,318H ghép nối tiếp với một tụ điện có điện dung C = 63,6μF. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều có biểu thức $u = 100100\sqrt{2}\cos(\omega t)(V)$ và tần số f = 50Hz.

a) Tính tổng trở của đoạn mạch, độ lệch pha giữa điện áp giữa hai đầu đoạn mạch với cường độ dòng điện qua mạch.

b) Tính điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch, hai đầu cuộn dây và hai đầu tụ điện.

c) Viết biểu thức của cường độ dòng điện tức thời qua mạch.

III.2. Cho một đoạn mạch gồm một biến trở có điện trở thuần R thay đổi được và một tụ điện có điện dung C = 26,54μF. Biết điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch có biểu thức $u = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t)(V)$ và mạch tiêu thụ công suất điện $\mathscr{P} = 160W$. Viết biểu thức cường độ dòng điện chạy trong mạch.

III.3. Một đoạn mạch gồm điện trở thuần R = 50Ω mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L = \frac{1}{2\pi}H$. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều $u = 200\cos(100\pi t)$ (V). Tính công suất tiêu thụ điện trên đoạn mạch.

III.4. Một đoạn mạch RLC gồm : R = 50Ω; L = 0,159H; C = 31,8μF. Dòng điện xoay chiều đi qua đoạn mạch có biểu thức $i = 2\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (A).

a) Tính tổng trở đoạn mạch.

b) Tính điện áp hiệu dụng ở hai đầu đoạn mạch.

c) Tính độ lệch pha giữa u và i.

III.5. Một đoạn mạch RLC gồm một điện trở thuần R = 80Ω, một cuộn cảm thuần với độ tự cảm L = 127mH, một tụ điện có điện dung C = 31,8μF; được mắc nối tiếp vào điện áp xoay chiều 100V, 50Hz.

a) Tính tổng trở của đoạn mạch.

b) Tính cường độ dòng điện hiệu dụng đi qua đoạn mạch.

c) Thay tụ điện C bằng C' có điện dung bằng bao nhiêu để công suất tiêu thụ trên đoạn mạch là lớn nhất.

III.6. Cho một đoạn mạch RLC mắc nối tiếp. Biết điện áp hiệu dụng đặt vào hai đầu mỗi phần tử lần lượt là $U_R = 40V$; $U_L = 50V$; $U_C = 80V$.

a) Tính điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch.

b) Tính độ lệch pha giữa u và i.

c) Cho biết tổng trở của mạch là Z = 200Ω và dòng điện có tần số f = 50Hz. Hãy tính giá trị R của điện trở thuần, điện dung C của tụ điện và độ tự cảm L của cuộn dây trong đoạn mạch trên.

III.7. Một đoạn mạch RLC mắc nối tiếp gồm một điện trở thuần R = 250Ω, một cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L = \frac{1,5}{\pi}H$ và một tụ điện có điện dung C = 21,2μF được mắc nối tiếp vào mạng điện 220V, 50Hz.

a) Tính độ lệch pha giữa u và i.

b) Tính tổng trở của đoạn mạch và cường độ hiệu dụng của dòng điện đi qua đoạn mạch.

c) Tính công suất tiêu thụ điện của đoạn mạch.

III.8. Lần lượt đặt điện áp xoay chiều $u = 5\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ (V) vào hai đầu mỗi phần tử : điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L, tụ điện có điện dung C, thì cường độ dòng điện qua mỗi phần tử trên đều có giá trị hiệu dụng bằng 500mA. Đặt điện áp này vào hai đầu đoạn mạch gồm các phần tử trên mắc nối tiếp. Tính tổng trở của đoạn mạch.

III.9. Điện áp ở hai đầu một đoạn mạch là $u = 400\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (V) thì cường độ dòng điện $i = 1\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (A). Tính công suất tiêu thụ của đoạn mạch.

III.10. Cho một mạch điện xoay chiều gồm một điện trở thuần R = 100Ω, một tụ điện có điện dung C = 31,8μF và một cuộn cảm thuần có độ tự cảm L thay đổi được, mắc nối tiếp. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp $u = 100\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ (V). Khi độ tự cảm $L = \frac{0,7}{\pi}H$, thì công suất của mạch là $\mathscr{P}$ = 100W. Viết biểu thức của dòng điện qua mạch.

III.11. Một máy phát điện có công suất 120kW, điện áp hiệu dụng ở hai cực của máy phát là 1200V. Để truyền tải điện đến nơi tiêu thụ, người ta dùng một đường dây tải điện có điện trở tổng cộng 10Ω.

a) Tính hiệu suất của sự tải điện này.

b) Tính điện áp hiệu dụng ở hai đầu dây nơi tiêu thụ.

c) Để tăng hiệu suất tải điện, người ta dùng một máy biến áp đặt nơi có máy phát có tỉ số vòng dây cuộn thứ cấp và sơ cấp là 10. Bỏ qua hao phí trong máy biến áp, tính công suất hao phí trên dây và hiệu suất tải điện lúc này.

III.12. Một đoạn mạch R, L, C mắc nối tiếp. Biết rằng $U_{L_b} = \frac{1}{2}U_{C_b}$.

So với cường độ dòng điện, điện áp giữa hai đầu đoạn mạch sẽ :

A. cùng pha B. sớm pha C. trễ pha D. vuông pha.

- *Một đoạn mạch gồm một cuộn dây thuần cảm có cảm kháng 10Ω và tụ điện có điện dung $C = \frac{2}{\pi}.10^{-4}$ F mắc nối tiếp. Dòng điện chạy qua mạch có biểu thức $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$(A).*

Trả lời các câu III.13 và III.14.

III.13. Biểu thức điện áp ở hai đầu đoạn mạch có dạng :

A. $u = -80\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$(V)

B. $u = -80\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$(V)

C. $u = 80\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$(V)

D. $u = 80\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$(V).

III.14. Mắc thêm vào đoạn mạch một điện trở thuần R bằng bao nhiêu để $Z = Z_L + Z_C$?

A. R = 0 B. R = 20Ω C. $R = 20\sqrt{5}\Omega$ D. $R = 40\sqrt{6}\Omega$.

- *Một khung dây hình chữ nhật, kích thước 40cm × 60cm, gồm 200 vòng dây, được đặt trong một từ trường đều có cảm ứng từ 0,2T. Trục đối xứng của khung dây vuông góc với từ trường. Khung dây quay quanh trục đố xứng đó với tốc độ 120 vòng/phút.*

Trả lời các câu III.15 đến III.18.

III.15. Tần số của suất điện động có thể nhận giá trị nào trong các giá trị sau ?

A. f = 10Hz B. f = 4Hz C. f = 20Hz D. f = 2Hz.

III.16. Chọn thời điểm t = 0 là lúc mặt phẳng khung dây vuông góc với cá đường sức từ. Biểu thức suất điện động cảm ứng trong khung dây đúng l biểu thức nào sau đây ?

A. $e = 120\sin 4\pi t$ (V) B. $e = 120\sqrt{2}\sin 4\pi t$ (V)

C. $e = 120\sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$(V) D. Một biểu thức độc lập khác.

III.17. Suất điện động tại t = 5s kể từ thời điểm ban đầu có thể nhận giá tr nào trong các giá trị sau ?

A. e = 60V B. e = 120V C. e = 0 D. Một giá trị khác.

III.18. Nếu bỏ qua điện trở của khung dây thì điện áp giữa hai đầu khung dây có thể nhận biểu thức nào sau đây ?

A. $u = 120\sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (V) B. $u = 120\sin\left(4\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (V)

C. $u = 120\sqrt{2}\sin 4\pi t$ (V) D. Một biểu thức độc lập khác.

- *Một bếp điện có điện trở 25Ω và độ tự cảm không đáng kể.*

Trả lời các câu III.19 và III.20.

III.19. Nối bếp điện với một mạng điện xoay chiều có điện áp cực đại $100\sqrt{2}$ (V). Cường độ dòng điện hiệu dụng qua bếp có thể nhận giá trị nào sau đây ?

A. $I = 4\sqrt{2}$A B. I = 8A C. I = 4A D. Một giá trị khác.

III.20. Nếu sử dụng bếp ở mạng điện một chiều có điện áp 100V thì cường độ dòng điện hiệu dụng qua bếp thay đổi như thế nào so với khi dùng điện áp xoay chiều ? Chọn đáp án *đúng* trong các đáp án sau :

A. dòng điện giảm.

B. dòng điện không đổi.

C. dòng điện tăng.

D. Cả ba trường hợp trên đều có thể xảy ra.

- *Một tụ điện có điện dung* $\frac{10^{-4}}{2\pi}F$*, mắc vào mạng điện xoay chiều có điện áp hiệu dụng 100V, tần số f = 50Hz.*

Trả lời các câu III.21 và III.22.

III.21. Cường độ dòng diện hiệu dụng đi qua tụ điện là :

A. I = 1A B. I = 1,5A C. I = 0,5A D. Một giá trị khác.

III.22. Khi tăng tần số đến giá trị f' > f thì dòng điện qua tụ điện thay đổi như thế nào ?

A. Cường độ dòng điện không thay đổi.

B. Cường độ dòng điện giảm.

C. Cường độ dòng điện tăng.

D. Cả ba trường hợp đều có thể xảy ra tùy thuộc vào giá trị của tần số.

Chương IV. DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

CHUẨN KIẾN THỨC, KĨ NĂNG CẦN ĐẠT

Kiến thức

- Trình bày được cấu tạo và nêu được vai trò cụ thể của tụ điện và cuộn cảm trong hoạt động của mạch dao động LC.
- Viết được công thức tính chu kì dao động riêng của mạch dao động LC.
- Nêu được dao động điện từ là gì.
- Nêu được năng lượng điện từ của mạch dao động LC là gì.
- Nêu được điện từ trường và sóng điện từ là gì.
- Nêu được các tính chất của sóng điện từ.
- Nêu được chức năng của từng khối trong sơ đồ khối của máy phát và của máy thu sóng vô tuyến điện đơn giản.
- Nêu được ứng dụng của sóng vô tuyến điện trong thông tin, liên lạc.

Kĩ năng

- Vẽ được sơ đồ khối của máy phát và máy thu sóng vô tuyến điện đơn giản.
- Vận dụng được công thức $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

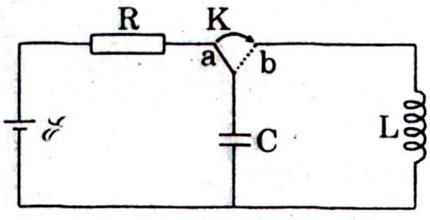
BÀI 13 DAO ĐỘNG ĐIỆN TỪ

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Dao động điện từ trong mạch dao động

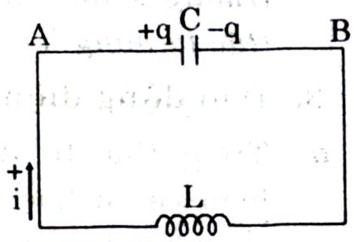
Mạch dao động là một mạch điện kín gồm một tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp với một cuộn dây có độ tự cảm L, điện trở không đáng kể.

a) Sau khi tích điện ban đầu cho tụ điện (nhờ sơ đồ như ở hình 13.1 chẳng hạn) và nối tụ điện với cuộn dây L thì tụ điện phóng điện qua cuộn cảm L; khi tụ điện hết điện tích thì dòng điện tự cảm lại nạp điện cho tụ điện theo chiều ngược lại, sau đó tụ điện lại phóng điện... cứ như thế hiện tượng sẽ lặp đi lặp lại, tạo thành dòng điện biến đổi điều hòa trong mạch.



Hình 13.1

b) Kí hiệu q là điện tích của bản tụ điện nối với A (gọi tắt là bản A) và i là cường độ dòng điện trong mạch như trên hình 13.2.



Hình 13.2

Ta có : $i = \frac{dq}{dt} = q'$; $u_{AB} = \frac{q}{C}$

Mặt khác : $u_{AB} = e - ri \approx e = -L\frac{di}{dt} = -Lq''$

Suy ra : $\frac{q}{C} = -Lq''$ hay $q'' + \omega^2 q = 0$, với $\omega = \frac{1}{LC}$

Phương trình này có nghiệm $q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$, từ đó

$$i = q' = \omega q_0 \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right); \quad u_{AB} = \frac{q_0}{C}\cos(\omega t + \varphi)$$

Vì cường độ điện trường E trong tụ điện tỉ lệ với điện tích q của tụ điện và cảm ứng từ B trong cuộn cảm tỉ lệ với cường độ dòng điện i qua ống dây nên E và B cũng biến thiên điều hòa theo thời gian.

- *Sự biến thiên điều hòa theo thời gian của điện tích q của một bản tụ điện và cường độ dòng điện i (hoặc của cường độ điện trường E và cảm ứng từ B) trong mạch dao động được gọi là dao động điện từ tự do* (không có tác động điện từ lên mạch dao động).
- Chu kì và tần số dao động riêng của mạch dao động :

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{LC}\ ; \quad f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Nếu L vào cỡ milihenry, C vào cỡ picôfara thì f vào cỡ mêgahéc.

2. Năng lượng điện từ của mạch dao động

Trong quá trình dao động điện từ, trong tụ điện và trong cuộn cảm có tích lũy năng lượng.

Năng lượng điện trường trong tụ điện :

$$W_C = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{q_0^2}{2C}\cos^2(\omega t + \varphi)$$

Năng lượng từ trường trong cuộn cảm :

$$W_L = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{L\omega q_0^2}{2}\sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{q_0^2}{2C}\sin^2(\omega t + \varphi)$$

Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên tuần hoàn theo thời gian với tần số góc $2\omega = \frac{2}{\sqrt{LC}}$.

Năng lượng điện từ toàn phần của mạch dao động :

$$W = W_C + W_L = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2} = \text{const}$$

Trong quá trình dao động điện từ, có sự chuyển hóa từ năng lượng điện trường sang năng lượng từ trường và ngược lại, nhưng tổng của chúng (tức là năng lượng điện từ) thì không đổi.

3. Dao động điện từ tắt dần. Sự cộng hưởng

a) Trong thực tế, mạch dao động đều có điện trở R, tuy có thể là nhỏ. Do đó luôn có sự hao tổn năng lượng do hiệu ứng Jun, năng lượng toàn phần cung cấp ban đầu cho mạch sẽ liên tục giảm đi, biên độ dao động của điện tích và của dòng điện giảm dần : dao động điện từ trong mạch là tắt dần. Nếu điện trở R của mạch là nhỏ không đáng kể ta có mạch dao động LC lí tưởng.

b) Muốn duy trì dao động điện từ trong mạch, cần phải bù năng lượng cho mạch vừa đúng với phần năng lượng bị tiêu hao sau mỗi chu kì. Ta có thể sử dụng đặc tính điều khiển của tranzito trong mạch để tạo ra *dao động điện từ duy trì*.

c) Nếu đặt lên mạch dao động LC có tần số dao động riêng f_0 một suất điện động biến thiên điều hòa với tần số f thì trong mạch sẽ có dao động điện từ cưỡng bức. Biên độ của dao động điện từ cưỡng bức này sẽ đạt giá trị cực đại khi $f = f_0$. Hiện tượng này gọi là *sự cộng hưởng*. Hiện tượng cộng hưởng được ứng dụng trong các mạch chọn sóng, mạch khuếch đại...

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Mạch dao động điện từ lí tưởng gồm tụ điện có điện dung C = 0,8nF và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 0,5μH. Chu kì dao động riêng của mạch bằng bao nhiêu ?

Bài giải

Áp dụng công thức tính chu kì với C = 0,8nF và L = 0,5μH

$$T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{0{,}8.10^{-9} \times 0{,}5.10^{-6}} = 1{,}26.10^{-7}\,s$$

Ví dụ 2. Một mạch dao động LC lí tưởng gồm cuộn cảm thuần và tụ điện có điện dung C. Trong mạch có dao động điện từ tự do với tần số f. Khi mắc song song với tụ điện trong mạch trên một tụ điện có điện dung 3C thì tần số dao động điện từ tự do của mạch tăng hay giảm bao nhiêu lần ?

Bài giải

Áp dụng công thức tính tần số $f = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

Khi ghép tụ điện C song song với tụ điện có điện dung 3C thì :

$$C_{bộ} = C + 3C = 4C$$

Tần số lúc sau : $f' = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC_b}} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L(4C)}} = \dfrac{f}{2}$

Vậy, tần số giảm đi một nửa so với lúc đầu.

Ví dụ 3. Một mạch dao động khi dùng tụ điện C_1 và cuộn cảm thuần có độ t cảm L thì tần số riêng của mạch là $f_1 = 0{,}3$MHz, khi dùng tụ điện C_2 v cuộn cảm L trên thì tần số riêng của mạch là $f_2 = 0{,}4$MHz. Khi mạch da động dùng hai tụ C_1 và C_2 ghép nối tiếp rồi mắc với cuộn cảm L nói trên thì tần số dao động riêng của mạch bằng bao nhiêu ?

Bài giải

$$T = 2\pi\sqrt{LC} = \frac{1}{f} \quad \Rightarrow \quad C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L} = \frac{a}{f^2} \qquad (1)$$

C_1 và C_2 ghép nối tiếp thì : $\dfrac{1}{C} = \dfrac{1}{C_1} + \dfrac{1}{C_2}$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ $4\pi^2 f^2 L = 4\pi^2 f_1^2 L + 4\pi^2 f_2^2 L$

$$\Rightarrow \quad f^2 = f_1^2 + f_2^2 \quad \Rightarrow \quad f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2} = 0{,}5\,\text{MHz}.$$

Ví dụ 4. Trong mạch dao động LC có dao động điện từ tự do với tần số gó 10^4 rad/s. Biết điện tích cực đại trên tụ điện là 10^{-9}C.

Chọn gốc thời gian (t = 0) là lúc tụ điện bắt đầu phóng điện, viết biể thức của cường độ dòng điện i trong mạch dao động.

Bài giải

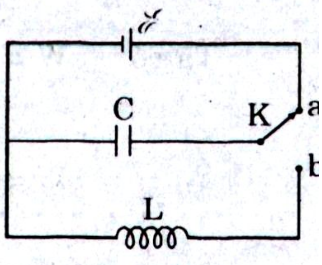
Nếu chọn gốc thời gian (t = 0) là lúc tụ điện bắt đầu phóng điện, ta có $q = q_0$ và $i = 0$, suy ra $\varphi = 0$.

Khi đó : $q = q_0\cos\omega t$ và $i = I_0\cos\left(\omega t + \dfrac{\pi}{2}\right)$,

với $I_0 = \omega q_0 = 10^4.10^{-9} = 10^{-5}\text{A} = 10\mu\text{A}$

Vậy : $i = 10\cos\left(10^4 t + \dfrac{\pi}{2}\right)(\mu\text{A})$.

Ví dụ 5. Cho một tụ điện C = 500pF, một cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 0,2mH, một acquy có suất điện động $\mathscr{E}$ = 1,5V. Mắc mạch điện để tạo ra dao động điện từ trong mạch LC (Hình 13.3).



Hình 13.3

a) Viết phương trình dao động của điện tích q trên tụ điện. Chọn t = 0 lúc tụ bắt đầu phóng điện. Lấy $\pi^2 \approx 10$.

b) Tính năng lượng điện từ trong mạch dao động và năng lượng từ trong mạch khi hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện là 0,5V.

Bài giải

a) Gọi q_0 là điện tích của tụ điện khi được nạp đầy :

$$q_0 = C\mathscr{E} = 500.10^{-12}.1{,}5 = 7{,}5.10^{-10}\text{C}$$

Khi chuyển khóa K sang chốt b, điện tích của tụ biến thiên theo thời gian phương trình : $q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$

Với $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = \dfrac{1}{\sqrt{0{,}2.10^{-3}.500.10^{-12}}} = \pi.10^6$ rad/s

Theo đề bài : $t = 0$; $q = q_0 = q_0\cos\varphi \Rightarrow \quad \varphi = 0$

Vậy : $\quad q = 7{,}5.10^{-10}\cos(\pi.10^6 t)$ (C).

b) Năng lượng điện từ của mạch dao động :

$$W = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{500.10^{-12}.(1{,}5)^2}{2} = 5{,}625.10^{-10}\,\text{J}$$

$$W_C = \frac{Cu^2}{2} = \frac{500.10^{-12}.(0{,}5)^2}{2} = 0{,}625.10^{-10}\,\text{J}$$

Suy ra : $W_L = W - W_C = 5{,}625.10^{-10}\text{J} - 0{,}625.10^{-10}\text{J} = 5.10^{-10}\text{J}$.

Ví dụ 6. Coi dao động điện từ của một mạch dao động LC là dao động tự do. Biết cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L = 2{,}5.10^{-3}$H, tụ điện có điện dung $C = 42$pF. Chu kì dao động điện từ tự do trong mạch dao động này là :

A. 4.10^{-6}s
B. $2\pi.10^{-6}$s
C. 4πs
D. 2.10^{-6}s.

Hướng dẫn chọn đáp án

Ta có : $\quad T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{42.10^{-12}.2{,}5.10^{-3}} \approx 2.10^{-6}$s. *Chọn D.*

Ví dụ 7. Một mạch dao động gồm cuộn cảm thuần có $L = 1\mu$H, tụ điện có điện dung $C = 2$pF, nếu hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện là 3V, thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch dao động là :

A. 1mA
B. 2mA
C. 5mA
D. 3mA.

Hướng dẫn chọn đáp án

Ta có : $\quad W = \dfrac{1}{2}CU_0^2 = \dfrac{1}{2}LI_0^2$

$$\Rightarrow \quad I_0 = U_0\sqrt{\frac{C}{L}} = 3\sqrt{\frac{2.10^{-12}}{1.10^{-6}}} = 3\sqrt{2}.10^{-3}\,\text{A} = 3\sqrt{2}\,\text{mA}.$$

Suy ra, cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch dao động là : I = 3mA. *Chọn D.*

Ví dụ 8. Trong một mạch dao động lí tưởng LC, nếu mắc nối tiếp với tụ điện C một tụ điện có điện dung bằng $\dfrac{C}{3}$ thì để cho tần số dao động riêng của mạch vẫn không thay đổi độ tự cảm L phải thay đổi thế nào ?

A. Giảm 3 lần
B. Giảm 4 lần
C. Tăng 2 lần
D. Tăng 4 lần.

Hướng dẫn chọn đáp án

Khi mắc nối tiếp với tụ điện C một tụ điện có điện dung bằng $\frac{C}{3}$ th

$C_b = \frac{C.\frac{C}{3}}{C+\frac{C}{3}} = \frac{C}{4}$. Như vậy, điện dung của bộ tụ điện giảm đi 4 lần, do đ

muốn tần số f vẫn không đổi thì độ tự cảm L phải tăng lên 4 lần. *Chọn D.*

Ví dụ 9. Mạch dao động lí tưởng tạo bởi tụ điện C = 2pF và cuộn cảm thuần L = 2,5mH. (Lấy $\pi^2 \approx 10$). Tần số riêng của mạch là :

A. 2,25MHz B. 4MHz C. 1,25MHz D. 5.10^5Hz.

Hướng dẫn chọn đáp án

Ta có : $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{2,5.10^{-3}.2.10^{-12}}} \approx 2,25.10^6\,Hz = 2,25MHz.$

Chọn A.

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

13.1. Tụ điện trong mạch dao động LC có điện dung 50nF. Dao động điện từ trong mạch có tần số f = 4000Hz. Tính độ tự cảm của cuộn dây trong mạch dao động này.

13.2. Một mạch dao động điện từ LC với cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 0,05H, dao động điện từ được tạo ra trong mạch có tần số góc ω = 4000 rad/s, dòng điện trong mạch có cường độ cực đại I_0 = 0,04A.

a) Tính điện dung C của tụ điện trong mạch dao động.

b) Tính hiệu điện thế cực đại giữa hai đầu cuộn cảm.

c) Tính năng lượng điện từ của mạch dao động này.

13.3. Mạch dao động LC gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 50mH và tụ điện có điện dung C = 50μF. Biết giá trị cực đại của hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn dây là U_0 = 12V. Tại thời điểm cường độ dòng điện trong mạch có giá trị i = 0,2A, năng lượng điện trường trong tụ điện và năng lượng từ trường trong cuộn cảm có giá trị bằng bao nhiêu ?

13.4. Trong mạch dao động LC lí tưởng, có sự biến đổi qua lại giữa :

A. dòng điện qua cuộn dây và hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện.

B. cường độ điện trường $\vec{E}$ và cảm ứng từ $\vec{B}$.

C. điện tích q và dòng điện i.

D. năng lượng điện trường và năng lượng từ trường.

13.5. Tần số góc của dao động điện từ tự do trong mạch LC, có điện trở thuần không đáng kể, được xác định bởi biểu thức :

A. $\omega = \pi\sqrt{LC}$ B. $\omega = \dfrac{\pi\sqrt{LC}}{2}$ C. $\omega = 2\pi\sqrt{LC}$ D. $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$.

13.6. Kết luận nào dưới đây là **sai** khi nói về dao động điện từ trong mạch dao động LC lí tưởng ?

A. Năng lượng của mạch dao động gồm năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện và năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm.

B. Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường dao động cùng tần số với dòng điện xoay chiều chạy qua cuộn cảm.

C. Khi năng lượng điện trường giảm, thì năng lượng từ trường tăng và ngược lại.

D. Ở mọi thời điểm, năng lượng dao động điện từ trong mạch LC không đổi.

13.7. Trong mạch dao động LC, điện tích trên tụ điện và cường độ dòng điện qua cuộn cảm thuần biến thiên :

A. điều hòa cùng tần số. B. tuần hoàn và cùng biên độ.

C. điều hòa cùng pha. D. điều hòa và ngược pha nhau.

13.8. Dòng điện xoay chiều đi qua mạch dao động có tụ điện là do :

A. Các hạt mang điện tự do dao động từ bản cực này sang bản cực kia.

B. Trong tụ điện có một điện từ trường biến thiên cùng tần số với nguồn điện xoay chiều.

C. Chất điện môi của tụ điện cho phép dòng điện xoay chiều đi qua.

D. Trong tụ điện có một dòng điện sinh ra nhờ sự dịch chuyển có hướng của các điện tích.

13.9. Một mạch dao động LC gồm cuộn cảm thuần và tụ điện có điện dung C. Trong mạch có dao động điện từ tự do với chu kì $2,5.10^{-6}$s. Khi mắc song song với tụ điện trong mạch trên một tụ điện có điện dung 8C thì chu kì dao động điện từ tự do của mạch lúc này bằng :

A. $0,75.10^{-6}$s B. $7,5.10^{-6}$s C. $1,25.10^{-6}$s D. $0,5.10^{-6}$s.

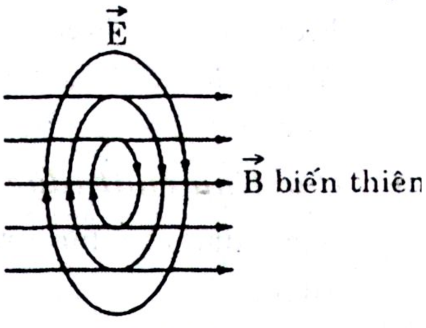
BÀI 14 ĐIỆN TỪ TRƯỜNG. SÓNG ĐIỆN TỪ

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Điện từ trường

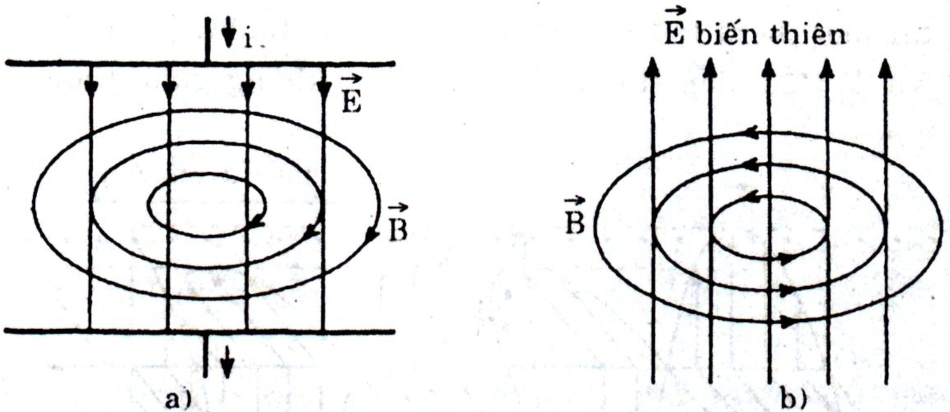
a) Mối quan hệ giữa điện trường biến thiên và từ trường biến thiên

- Phân tích hiện tượng xuất hiện dòng điện cảm ứng trong một vòng dây dẫn kín đặt trong vùng không gian có từ trường biến thiên theo thời gian Mác-xoen cho rằng : trong vùng không gian đó đã xuất hiện một *điện* *trường xoáy* là điện trường có đường sức là đường cong kín. Ông đề ra giả thuyết : *"Nếu tại một nơi có từ trường biến thiên thì tại nơi đó xuất hiện một điện trường xoáy"* (Hình 14.1).



Hình 14.1

- Khảo sát dòng điện chạy trong mạch dao động, theo quan niệm của Mác-xoen, dòng điện này phải là dòng điện kín, thì phần dòng điện chạy qua tụ điện lúc đó sẽ ứng với sự biến thiên của điệ trường trong tụ điện. Mặt khác, thực nghiệm cho thấy dòng điện chạ qua tụ điện cũng tạo ra một từ trường, điều đó có nghĩa là xung quan chỗ có điện trường biến thiên đã xuất hiện một từ trường (Hình 14.2a Mác-xoen đề ra giả thuyết : *"Nếu tại một nơi có điện trường biến thiê theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một từ trường"* (Hình 14.2b).



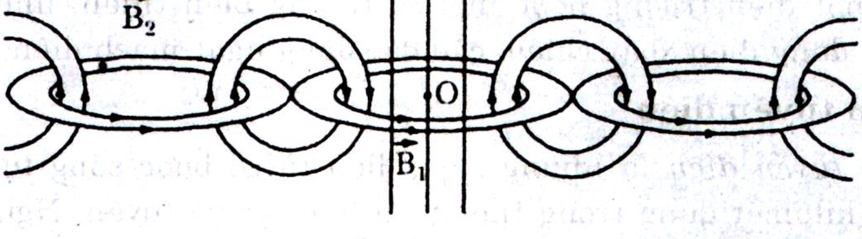
Hình 14.2

b) Điện từ trường

- Như vậy, điện trường biến thiên theo thời gian sinh ra từ trường, t trường biến thiên theo thời gian sinh ra điện trường xoáy. *Hai trườn biến thiên này liên quan mật thiết với nhau và là hai thành phần củ một trường thống nhất, gọi là điện từ trường.*

2. Sóng điện từ

a) Sóng điện từ là điện từ trường biến thiên tuần hoàn theo thời gian la truyền trong không gian.



Hình 14.3

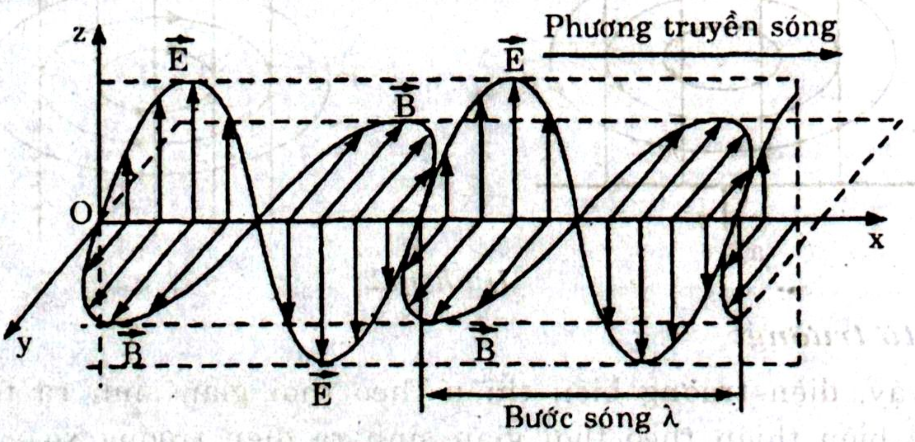
Trên hình 14.3 có mô tả quá trình lan truyền của điện từ trường từ điểm O, tại đó có điện trường $\vec{E}_1$ biến thiên theo thời gian, hình thành sóng điện từ.

b) Các tính chất (đặc điểm) của sóng điện từ

- Sóng điện từ lan truyền được trong mọi môi trường và cả trong chân không.

  Giữa tốc độ v, bước sóng λ, chu kì T và tần số f của sóng điện từ có hệ thức : $\lambda = vT = \frac{v}{f}$. Trong chân không, v có giá trị bằng tốc độ ánh sáng trong chân không $v = c = 3.10^8$ m/s. Trong không khí $v \approx c$, còn trong môi trường bất kì $v < c$.

- Sóng điện từ là sóng ngang : Trong quá trình truyền sóng, vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ luôn luôn vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng (với vectơ vận tốc $\vec{v}$); ba vectơ $\vec{E}$, $\vec{B}$ và $\vec{v}$ tại một điểm tạo với nhau thành một tam diện thuận (Hình 14.4). Cả $\vec{E}$ và $\vec{B}$ đều biến thiên điều hòa theo không gian, thời gian, và luôn đồng pha.



Hình 14.4

- Trong quá trình lan truyền sóng điện từ mang năng lượng (mật độ năng lượng của sóng điện từ bằng tổng mật độ năng lượng của điện trường và từ trường).
- Khi sóng điện từ gặp mặt phân cách giữa hai môi trường thì nó cũng bị phản xạ, khúc xạ như ánh sáng. Ngoài ra cũng có hiện tượng giao thoa, nhiễu xạ... sóng điện từ.

c) *Nguồn phát sóng điện từ* rất đa dạng, có thể là bất cứ vật thể nào có thể tạo ra một điện trường hoặc một từ trường biến thiên, như tia lửa điện, dây dẫn dòng điện xoay chiều, cầu dao động ngắt mạch điện...

3. Sóng vô tuyến điện

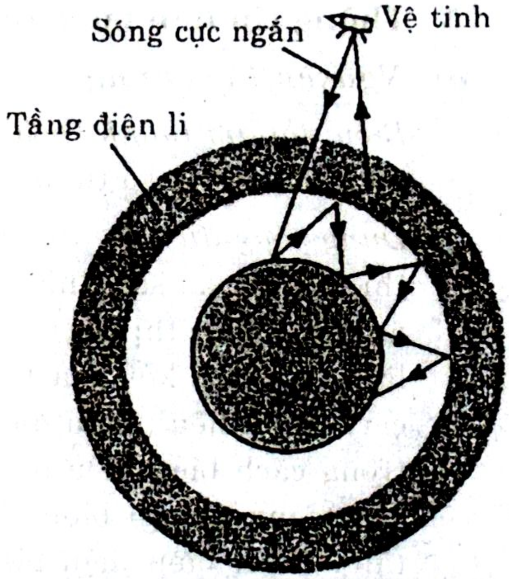
a) *Sóng vô tuyến điện* là những sóng điện từ có bước sóng từ vài xentimét đến vài kilômét dùng trong thông tin liên lạc vô tuyến. Người ta chia các sóng vô tuyến điện thành các dải sóng : *sóng dài* (có bước sóng trên

3000m), *sóng trung* (bước sóng từ 200m đến 3000m), *sóng ngắn* (từ 10m đến 200m) và *sóng cực ngắn* (từ 0,01m đến 10m).

b) *Sự truyền sóng vô tuyến điện trong khí quyển*

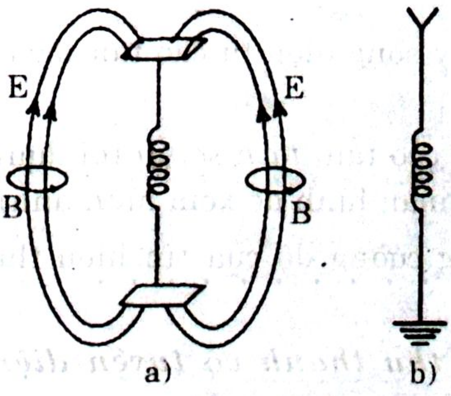
Tầng điện li (là lớp khí quyển bị ion hóa mạnh bởi ánh sáng Mặt Trời và nằm trong khoảng độ cao từ 80km đến 800km) có ảnh hưởng rất lớn đến sự truyền sóng vô tuyến điện.

- Các loại sóng dài, trung và ngắn đều bị tầng điện li phản xạ ở mức độ khác nhau, do đó các sóng này có thể đi vòng quanh Trái Đất qua nhiều lần phản xạ giữa tầng điện li và mặt đất (Hình 14.5). Vì vậy chúng thường được dùng trong truyền thanh, truyền hình trên mặt đất.
- Riêng các sóng cực ngắn thì không bị phản xạ mà đi xuyên qua tầng điện li, hoặc chỉ có khả năng truyền thẳng từ nơi phát đến nơi thu. Sóng cực ngắn được dùng để thông tin trong cự li vài chục kilômét, hoặc để truyền hình qua vệ tinh.



Hình 14.5

4. Anten

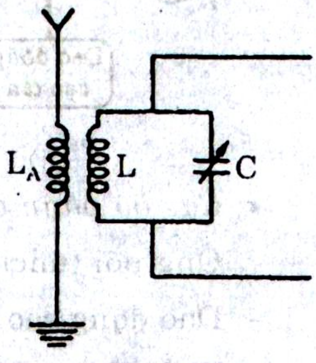


Hình 14.6

Ở mạch dao động LC, điện trường và từ trường biến thiên tập trung hầu hết trong tụ điện và trong cuộn cảm, và hầu như không lan truyền ra bên ngoài. Nếu tách xa hai bản của tụ điện và các vòng dây của cuộn cảm như ở hình 14.6a, ta có *mạch dao động hở*; khi đó điện từ trường biến thiên lan tỏa trong không gian thành sóng điện từ và có khả năng truyền đi rất xa.

Anten chính là biến thể của mạch dao động hở (thường có kí hiệu như trên hình 14.6b), là một công cụ hữu hiệu để phát và thu sóng điện từ. Anten có nhiều dạng khác nhau cùng theo tần số sóng và nhu cầu sử dụng, ví dụ như anten với chấn tử phát sóng là thanh kim loại, anten có gương phản xạ bằng kim loại để định hướng truyền sóng điện từ.

Muốn thu sóng điện từ, ta mắc mạch dao động LC của máy thu sao cho nó liên kết cảm ứng với anten thu (Hình 14.7). Khi các sóng điện từ có tần số khác nhau gặp anten thu, chúng tạo ra trong anten thu các dòng điện cảm ứng biến thiên cùng tần số với các sóng điện từ đó. Do hiện tượng cảm ứng điện từ, trong mạch LC của máy thu xuất



Hình 14.7

hiện các dao động điện từ với các tần số khác nhau. Để lựa chọn chỉ thu sóng điện từ có tần số f ta điều chỉnh điện dung của tụ xoay C (hoặc điều chỉnh độ tự cảm L) để tần số riêng của mạch LC có giá trị bằng f (cộng hưởng điện từ). Mạch LC ở đây gọi là *mạch chọn sóng*. Bước sóng của sóng điện từ thu được : $\lambda = \frac{c}{f} = 2\pi c\sqrt{LC}$, với c là tốc độ truyền sóng điện từ.

5. Thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến điện

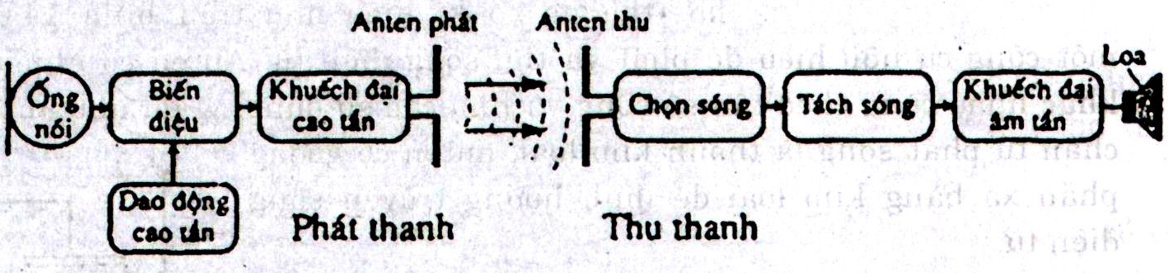
a) *Nguyên tắc chung*

- *Biến đổi âm thanh* (hoặc hình ảnh...) muốn truyền đi *thành các dao động điện từ* (có tần số thấp) gọi là các *tín hiệu âm tần* (hoặc *tín hiệu thị tần*).
- *Dùng sóng điện từ tần số cao* (cao tần) để mang các tín hiệu âm tần (hoặc thị tần) đi xa, sóng này gọi là *sóng mang*. Muốn vậy phải "trộn" dao động âm tần (hoặc thị tần) với dao động cao tần (sóng mang). Việc làm này gọi là *biến điệu*, kết quả là thu được *dao động cao tần biến điệu*. Có nhiều cách biến điệu : biến điệu biên độ, biến điệu tần số, biến điệu pha. Ví dụ, trong cách biến điệu biên độ, người ta làm cho biên độ của dao động cao tần (sóng mang) biến thiên theo tần số của tín hiệu âm tần (hoặc thị tần). Cách biến điệu biên độ thường được dùng trong việc truyền thanh bằng các sóng dài, trung và ngắn.

  Qua anten phát, sóng điện từ cao tần (biến điệu) được truyền đi trong không gian.
- *Dùng máy thu với anten thu* để chọn và thu lấy sóng điện từ cao tần muốn thu.
- Tách tín hiệu âm tần (và thị tần) ra khỏi sóng cao tần *(tách sóng)* rồi dùng loa để nghe âm thanh đã truyền tới (hoặc dùng màn hình để xem hình ảnh).

  Để tăng cường độ của sóng truyền đi và tăng cường độ của tín hiệu thu được người ta dùng các mạch khuếch đại.

b) *Sơ đồ khối của máy phát thanh và máy thu thanh vô tuyến điện đơn giản* (Hình 14.8)



Hình 14.8

- *Các bộ phận cơ bản của máy phát thanh :*

- Ống nói (micrô) : Biến âm thanh thành dao động điện âm tần.
- Dao động cao tần : Mạch tạo ra dao động điện từ cao tần.
- Biến điệu : Mạch trộn dao động âm và dao động cao tần thành dao động

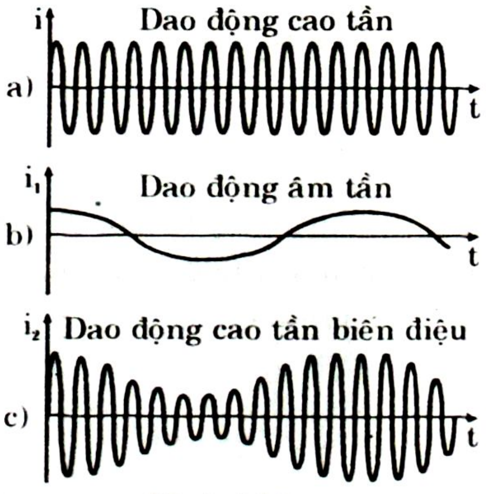
cao tần biến điệu.

- Khuếch đại cao tần : Mạch khuếch đại dao động cao tần.
- Anten phát : Phát xạ sóng cao tần biến điệu ra không gian.

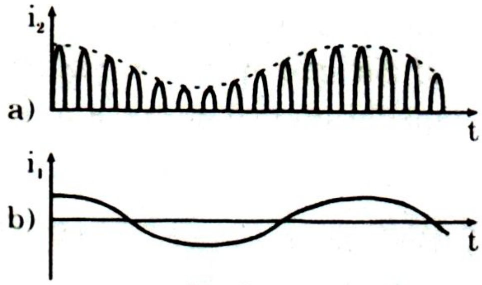
• *Các bộ phận cơ bản của máy thu thanh :*

- Anten thu : Cảm ứng với nhiều sóng điện từ.
- Chọn sóng : Mạch chọn sóng cần thu.
- Tách sóng : Mạch tách dao động âm tần từ dao động cao tần biến điệu đã thu được.
- Khuếch đại âm tần : Mạch khuếch đại tín hiệu âm tần đã thu được rồi đưa ra loa tái lập âm thanh.

• Quá trình biến điệu và quá trình tách sóng mô tả lần lượt trên hình 14.9 và 14.10.



Hình 14.9



Hình 14.10

c) Chú ý

Ngày nay người ta còn truyền sóng điện từ bằng cáp như kĩ thuật truyền hình cáp, internet cáp, các cáp truyền thông dẫn ngầm qua biển giữa các châu lục.

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Mạch dao động dùng làm mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện với cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L = 2.10^{-5}$H. Hỏi phải điều chỉnh tụ điện của mạch có điện dung là bao nhiêu để thu được sóng điện từ có bước sóng 250m.

Bài giải

Tần số của sóng điện từ cần thu : $f = \dfrac{c}{\lambda} = \dfrac{3.10^8}{250} = 1{,}2.10^6\,\text{Hz} = 1{,}2\text{MHz}$

Tần số trên đúng bằng tần số dao động điện từ của mạch dao động LC của máy thu.

Từ đó suy ra :

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L} = \frac{1}{4\pi^2.1,2^2.10^{12}.2.10^{-5}} = 8,8.10^{-10}\,F = 880pF.$$

Ví dụ 2. Khi mắc tụ điện có điện dung C_1 với cuộn cảm L thì mạch chọn sóng thu được sóng có bước sóng λ_1 = 300m; khi mắc tụ điện có điện dung C_2 với cuộn L thì mạch thu được sóng có bước sóng λ_2 = 400m. Khi mắc C_1 song song C_2 với cuộn L thì mạch thu được sóng có bước sóng là bao nhiêu ?

Bài giải

$$\lambda = \frac{c}{f} = c.2\pi\sqrt{LC} \quad \Rightarrow \quad C = \frac{\lambda^2}{c^2.4\pi^2 L} \qquad (1)$$

Do C_1 và C_2 mắc song song, ta có : $C = C_1 + C_2$ (2)

$$\text{Từ (1) và (2)} \quad \Rightarrow \quad \frac{\lambda^2}{c^2.4\pi^2 L} = \frac{\lambda_1^2}{c^2.4\pi^2 L} + \frac{\lambda_2^2}{c^2.4\pi^2 L}$$

Ta được : $\lambda = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2} = 500m.$

Ví dụ 3. Trong mạch dao động dùng làm mạch chọn sóng của máy thu vô tuyến điện, tụ điện biến thiên có thể biến đổi điện dung từ 50pF đến 500pF. Muốn cho máy thu thu được sóng từ 50m đến 1000m, cuộn cảm trong mạch phải có độ tự cảm nằm trong các giới hạn nào ?

Bài giải

Bước sóng : $\lambda = cT = c.2\pi\sqrt{LC}$ (1)

Từ (1), ta thấy : λ lớn nhất khi L và C lớn nhất; λ nhỏ nhất khi L và C nhỏ nhất.

Từ (1), độ tự cảm L được xác định : $L = \dfrac{\lambda^2}{c^2.4\pi^2 C}$

– Muốn thu được sóng có bước sóng nhỏ nhất thì điện dung C nhỏ nhất, độ tự cảm L nhỏ nhất và bằng :

$$L_1 = \frac{\lambda^2}{c^2 4\pi^2 C_1} = \frac{50^2}{(3.10^8)^2.4\pi^2.(50.10^{-12})} \approx 1,4.10^{-5}\,H = 14\mu H.$$

– Muốn thu được sóng có bước sóng lớn nhất thì điện dung C lớn nhất, độ tự cảm L lớn nhất và bằng :

$$L_2 = \frac{\lambda^2}{c^2 4\pi^2 C_2} = \frac{1000^2}{(3.10^8)^2.4\pi^2.(500.10^{-12})} \approx 0,56.10^{-3}\,H$$

Vậy độ tự cảm L nằm trong giới hạn : $14\mu H \le L \le 0,56mH.$

Ví dụ 4. Một mạch LC thu được sóng điện từ có bước sóng λ, người ta mắc thêm một tụ điện có điện dung C' = C, nối tiếp với C. Hỏi mạch thu được sóng có bước sóng là bao nhiêu ?

A. $\sqrt{2}\lambda$ B. 2λ C. $\dfrac{\lambda}{\sqrt{2}}$ D. $\dfrac{\lambda}{\sqrt{3}}$.

Hướng dẫn chọn đáp án

Bước sóng : $\lambda = \dfrac{c}{f} = c.2\pi\sqrt{LC}$.

Khi mắc thêm một tụ điện có điện dung C' = C, nối tiếp với C, ta có :

$$C_b = \frac{C}{2} \quad \Rightarrow \quad \lambda' = \frac{\lambda}{\sqrt{2}}.$$ *Chọn C.*

Ví dụ 5. Mạch dao động chọn sóng của một máy thu gồm một cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 0,1mH và tụ điện có điện dung biến đổi được từ 10pF đến 1000pF. Máy thu có thể bắt được tất cả các sóng vô tuyến điện có bước sóng nằm trong khoảng nào ?

A. 12,84m ÷ 128,4m B. 59,6m ÷ 596m

C. 62m ÷ 620m D. 35,5m ÷ 355m.

Hướng dẫn chọn đáp án

Với C = 10pF và L = 0,1mH : $\lambda = \dfrac{c}{f} = c.2\pi\sqrt{LC} = 59{,}6\text{m}$

Với C = 1000pF và L = 0,1mH : $\lambda = \dfrac{c}{f} = c.2\pi\sqrt{LC} = 596\text{m}$.

Chọn B.

Ví dụ 6. Mạch dao động của máy thu sóng vô tuyến điện có tụ điện với điện dung C và cuộn cảm thuần với độ tự cảm L, thu được sóng điện từ có bước sóng 20m. Để thu được sóng điện từ có bước sóng 40m, người ta phải mắc song song với tụ điện của mạch dao động trên một tụ điện có điện dung C' bằng :

A. 4C B. C C. 2C D. 3C.

Hướng dẫn chọn đáp án

Bước sóng : $\lambda = \dfrac{c}{f} = c.2\pi\sqrt{LC} \quad \Rightarrow \quad C = \dfrac{\lambda^2}{c^2.4\pi^2L}$ (1)

Do C và C' mắc song song, ta có điện dung tương đương của bộ tụ điện :

$$C_b = C + C' \qquad (2)$$

Do đó : $$C_b = \frac{\lambda'^2}{c^2.4\pi^2L} \qquad (3)$$

Từ (1) và (3) $\Rightarrow$ $$\frac{C_b}{C} = \left(\frac{\lambda'}{\lambda}\right)^2 = \left(\frac{40}{20}\right)^2 = 4 \qquad (4)$$

Kết hợp (2) và (4), ta được : C' = 3C. *Chọn D.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

14.1. Mạch dao động dùng làm mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện gồm một cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L = 40\mu F$ với điện trở không đáng kể và một tụ điện có điện dung điều chỉnh được. Hỏi để thu được các sóng vô tuyến điện có bước sóng từ 20m tới 140m thì điện dung của tụ điện phải có giá trị trong khoảng nào ?

14.2. Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện gồm một cuộn dây có độ tự cảm L và một bộ tụ điện gồm tụ điện có điện dung C_0 mắc song song với tụ điện C_x có điện dung thay đổi được từ $C_1 = 1pF$ đến $C_2 = 25pF$. Nhờ vậy, mạch thu được sóng điện từ có bước sóng trong dải từ $\lambda_1 = 15m$ đến $\lambda_2 = 45m$. Cho $c = 3.10^8$ m/s. Tính L và C_0.

14.3. Mạch dao động của máy thu vô tuyến điện gồm tụ điện có điện dung 300pF và cuộn cảm có độ tự cảm có thể điều chỉnh được. Hỏi để thu được sóng vô tuyến điện với bước sóng từ 50m tới 2000m thì độ tự cảm của cuộn cảm phải có giá trị trong các giới hạn nào ?

14.4. Phát biểu nào sau đây ***đúng*** ?

A. Sóng điện từ có thể là sóng ngang hoặc là sóng dọc.

B. Sóng điện từ chỉ lan truyền được trong môi trường vật chất.

C. Tốc độ lan truyền của sóng điện từ không phụ thuộc vào môi trường.

D. Sóng điện từ lan truyền được cả trong môi trường vật chất lẫn trong chân không.

14.5. Những cách nào sau đây có thể phát ra sóng điện từ ?

A. Cho một điện tích dao động.

B. Cho điện tích chuyển động thẳng đều.

C. Tích điện cho một tụ điện rồi cho nó phóng điện qua một vật dẫn.

D. Cho dòng điện không đổi đi qua cuộn cảm thuần.

14.6. Điều kiện để một máy thu thanh có thể thu được sóng điện từ phát ra tù một đài phát thanh là :

A. Tín hiệu của đài phát có cùng biên độ với sóng của máy thu thanh.

B. Tần số của máy thu thanh bằng tần số của đài phát.

C. Năng lượng sóng của đài phát phải không đổi.

D. Anten của máy thu thanh phải hướng về phía với anten của đài phát.

14.7. Trong mạch dao động điện từ thì năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên :

A. lệch pha nhau $\frac{\pi}{2}$

B. ngược pha nhau

C. cùng pha

D. lệch pha nhau $\frac{\pi}{4}$.

14.8. Cho mạch dao động lí tưởng LC, sóng điện từ mà mạch có thể phát ra c tần số được xác định bởi công thức nào sau đây ?

A. $f = 2\pi\sqrt{LC}$ B. $f = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ C. $f = \pi\sqrt{LC}$ D. $f = \dfrac{2\pi}{\sqrt{LC}}$.

ÔN TẬP CHƯƠNG IV

IV.1. Một mạch dao động có hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện là 3,6V Biết điện dung của tụ điện là C = 50μF.

a) Tính năng lượng điện từ trong mạch dao động.

b) Tính độ tự cảm L của cuộn cảm. Biết cường độ cực đại của dòng điệ qua mạch là 0,36A.

IV.2. Mạch dao động LC có độ tự cảm $L = 10^{-6}$H và điện dung C = 2pF. Tín chu kì của dao động điện từ của mạch dao động này.

IV.3. Cho mạch dao động LC gồm tụ điện có điện dung C = 30nF và cuộn cả thuần có độ tự cảm L = 25mH. Hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điệ là U_0 = 4,8V.

a) Tính tần số f của các dao động điện từ của mạch dao động.

b) Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện chạy trong mạch.

IV.4. Trong mạch LC, hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ là 9V. Ở thời điể năng lượng điện trường trong mạch bằng $\dfrac{1}{8}$ năng lượng từ trường th hiệu điện thế ở hai bản tụ điện bằng bao nhiêu ?

IV.5. Khi mắc tụ điện có điện dung C_1 với cuộn cảm L, thì mạch thu được són có bước sóng λ_1 = 7,5m; khi mắc tụ điện có điện dung C_2 với cuộn L, th mạch thu được sóng có bước sóng λ_2 = 10m. Khi mắc C_1 song song C_2 vớ cuộn L, thì mạch thu được sóng có bước sóng là bao nhiêu ?

IV.6. Mạch chọn sóng của một máy thu thanh gồm cuộn cảm thuần có độ tụ cảm $L = 2.10^{-6}$H, tụ điện có điện dung $C = 2.10^{-10}$F.

a) Xác định năng lượng điện từ trong mạch, biết rằng hiệu điện thế cự đại giữa hai bản tụ điện bằng 0,1V.

b) Để máy thu thanh có thể thu được các sóng điện từ có bước sóng từ 100m đến 1500m, tụ điện phải có điện dung biến thiên trong khoảng nào ?

IV.7. Một mạch dao động cộng hưởng với một sóng trung có bước sóng λ = 400m. Tần số dao động riêng của mạch dao động là :

A. 1,5MHz B. 7,5MHz C. 0,75MHz D. 75kHz.

IV.8. Mạch chọn sóng ở đầu vào của máy thu vô tuyến điện gồm tụ điện có điện dung C và cuộn cảm L = 40μH. Bước sóng điện từ mà mạch thu được là 674,4m. Giá trị của điện dung C là :

A. 3nF B. 3,2nF C. 1,5nF D. 30μF.

IV.9*. Sóng điện từ có tần số f = 99,9MHz truyền trong nước có chiết suất n = 1,33 thì bước sóng của sóng điện từ là :

A. 3m B. 4,6m C. 1,5m D. 2,3m.

IV.10. Một mạch dao động gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 1mH và tụ điện có điện dung C = 1,6μF. Biết năng lượng dao động điện từ của mạch là $W = 2.10^{-5}$J. Tại thời điểm ban đầu (t = 0) cường độ dòng điện qua cuộn cảm có giá trị cực đại. Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch là :

A. $i = 0{,}002\cos(5.10^4t)$ (A)
B. $i = 0{,}2\cos(2{,}5.10^4t)$ (A)
C. $i = 2\cos(2{,}5.10^5t - \pi)$ (A)
D. $i = 0{,}2\cos(5.10^5t + \pi)$ (A).

IV.11. Mạch dao động của một máy thu vô tuyến điện gồm một cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 12μH và một tụ điện có điện dung điều chỉnh được. Hỏi để thu được các sóng vô tuyến điện có bước sóng từ 10m tới 160m thì điện dung của tụ điện phải có giá trị trong khoảng nào ?

A. Từ 2,35pF tới 600pF
B. Từ 4,3pF tới 560pF
C. Từ 4,5pF tới 600pF
D. Từ 2,35pF tới 300pF.

IV.12. Sóng điện từ có tần số f = 300MHz thuộc loại :

A. sóng dài B. sóng trung C. sóng ngắn D. sóng cực ngắn.

IV.13. Nguyên tắc phát sóng điện từ là :

A. dùng mạch dao động LC tạo ra dao động điện từ điều hòa.
B. đặt nguồn xoay chiều vào hai đầu mạch LC.
C. kết hợp mạch chọn sóng LC với anten.
D. kết hợp máy phát dao động điện từ duy trì với anten.

IV.14. Kí hiệu các loại sóng điện từ như sau : (1) sóng dài; (2) sóng trung; (3) sóng ngắn; (4) sóng cực ngắn. Các sóng điện từ nào kể trên đều bị tầng điện li phản xạ với mức độ khác nhau ?

A. Chỉ (1) B. (2) và (3) C. (3) và (4) D. Cả (1), (2) và (3).

IV.15. Để truyền các tín hiệu truyền hình vô tuyến, người ta thường dùng các sóng điện từ có bước sóng vào khoảng :

A. 1km đến 3km
B. vài trăm mét
C. 50m trở lên
D. dưới 10m.

IV.16. Kí hiệu các mạch (tầng) trong máy thu thanh như sau : (1) mạch tách sóng; (2) mạch khuếch đại âm tần; (3) mạch khuếch đại cao tần; (4) mạch biến điệu.

Trong sơ đồ của một máy thu thanh vô tuyến điện, ***không có*** mạch nào kể trên ?

A. (1) và (2) B. (3) C. (3) và (4) D. (4).

IV.17. Kí hiệu các mạch (tầng) trong máy thu vô tuyến điện như sau : (1) mạch tách sóng; (2) mạch khuếch đại; (3) mạch biến điệu; (4) mạch chọn sóng. Trong các máy thu thanh, máy thu hình, mạch (tầng) nào nêu trên hoạt động dựa trên hiện tượng cộng hưởng điện từ ?

A. (1) B. (4) C. (2) và (3) D. (1) và (4).

Chương V. SÓNG ÁNH SÁNG

CHUẨN KIẾN THỨC, KĨ NĂNG CẦN ĐẠT

Kiến thức

- Mô tả được hiện tượng tán sắc ánh sáng qua lăng kính.
- Nêu được hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng là gì.
- Trình bày được một thí nghiệm về giao thoa ánh sáng.
- Nêu được vân sáng, vân tối là kết quả của sự giao thoa ánh sáng.
- Nêu được điều kiện để xảy ra hiện tượng giao thoa ánh sáng.
- Nêu được hiện tượng giao thoa chứng tỏ ánh sáng có tính chất sóng v nêu được tư tưởng cơ bản của thuyết điện từ ánh sáng.
- Nêu được mỗi ánh sáng đơn sắc có một bước sóng xác định.
- Nêu được chiết suất của môi trường phụ thuộc vào bước sóng ánh sán trong chân không.
- Nêu được quang phổ liên tục quang phổ vạch phát xạ và hấp thụ là gì v đặc điểm chính của mỗi loại quang phổ này.
- Nêu được bản chất, các tính chất và công dụng của tia hồng ngoại, tia t ngoại và tia X.
- Kể được tên của các vùng sóng điện từ kế tiếp nhau trong thang són điện từ theo bước sóng.

Kĩ năng

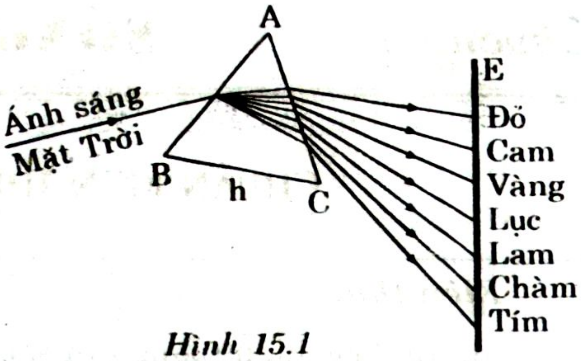
- Vận dụng được công thức $i = \frac{\lambda D}{a}$.
- Xác định được bước sóng ánh sáng theo phương pháp giao thoa bằng th nghiệm.

BÀI 15 TÁN SẮC ÁNH SÁNG

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Hiện tượng tán sắc ánh sáng

a) Cho một chùm ánh sáng Mặt Trời rọi xiên vào mặt AB của lăng kín thủy tinh P (Hình 15.1) ta thấy chùm sáng không những bị lệch về phí đáy lăng kính (do khúc xạ) mà còn trải dài trên màn E thành một dả sáng nhiều màu. Quan sát kĩ dải màu ta phân biệt được bảy màu chính, lần lượt từ trên xuống dưới là : đỏ, cam, vàng, lục, lam, chàm, tím, đúng như bảy màu của cầu vồng; ranh giới giữa các màu không rõ rệt, tức là màu nọ chuyển sang màu kia một cách liên tục.



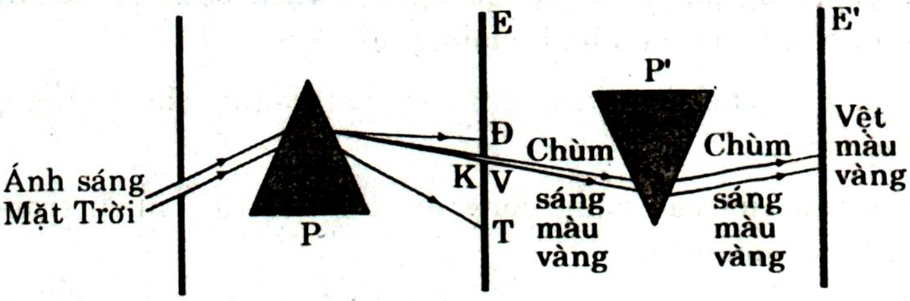
Hình 15.1

Hiện tượng trên gọi là *sự tán sắc ánh sáng* (gây ra bởi lăng kính P).

b) Dải sáng màu từ đỏ đến tím được gọi là *quang phổ của ánh sáng Mặt Trời. Ánh sáng Mặt Trời là ánh sáng trắng.*

2. Ánh sáng đơn sắc và ánh sáng trắng

a) Tách ra một chùm sáng có màu nhất định (chùm sáng màu vàng chẳng hạn) thu được ở trên, rồi cho chùm này khúc xạ qua một lăng kính P' giống hệt lăng kính P (Hình 15.2) thì thấy vệt sáng trên màn E', tuy vẫn bị dịch chuyển về phía đáy của P', nhưng vẫn giữ nguyên màu vàng. Chùm sáng có màu xác định như trên được gọi là *chùm sáng đơn sắc*. Bảy chùm sáng có bảy màu cầu vồng, tách ra từ quang phổ của ánh sáng Mặt Trời, đều là các chùm sáng đơn sắc.



Hình 15.2

Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng có một màu nhất định và không bị tán sắc khi truyền qua lăng kính.

b) *Ánh sáng trắng* (ánh sáng Mặt Trời, ánh sáng đèn điện dây tóc...) không phải là ánh sáng đơn sắc mà là *hỗn hợp của nhiều ánh sáng đơn sắc, có màu từ đỏ đến tím.*

3. Giải thích hiện tượng tán sắc

Vì chiết suất của thủy tinh (và của mọi môi trường trong suốt khác) có giá trị khác nhau đối với ánh sáng đơn sắc có màu khác nhau (tăng dần từ màu đỏ đến màu tím), nên các chùm sáng có màu khác nhau trong ánh sáng tới bị lăng kính làm lệch những góc khác nhau do đó khi ra khỏi lăng kính chúng không trùng nhau nữa, kết quả là chùm sáng ló bị xòe rộng ra thành nhiều chùm đơn sắc.

Như vậy, *sự tán sắc ánh sáng là sự phân tách một chùm ánh sáng phức tạp thành các chùm sáng đơn sắc.*

4. Ứng dụng

- Nhiều hiện tượng quang học trong khí quyển, như cầu vồng chẳng hạn xảy ra do sự tán sắc ánh sáng. (Đó là vì trước khi đi tới mắt ta, các tia sáng Mặt Trời đã bị khúc xạ và phản xạ trong các giọt nước).
- Tán sắc ánh sáng gây ra *sắc sai* của thấu kính : các tiêu điểm đối với ánh sáng đỏ và ánh sáng tím không trùng nhau

$$f_{tím} < f_{đỏ}$$

làm cho ảnh của một vật trong ánh sáng trắng, không rõ nét mà bị nhòe lại bị viền màu sắc.

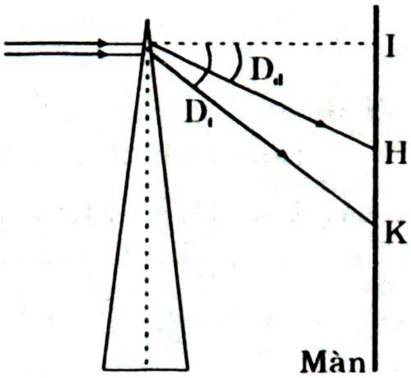
II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Một lăng kính có góc chiết quang A = 8°, có chiết suất đối với tia đỏ là $n_d = 1{,}15$; đối với tia tím là $n_t = 1{,}54$. Chiếu một chùm sáng trắng hẹp, co như một tia sáng, vào một mặt bên của lăng kính, theo phương vuông góc với mặt phân giác của góc chiết quang. Chùm tia ló khỏi lăng kính chiếu vào một màn ảnh đặt song song với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang.

a) Tính góc lệch của tia đỏ và của tia tím.

b) Tính góc hợp bởi tia đỏ và tia tím.

Bài giải



Hình 15.3

a) Để tính góc lệch của các tia sáng đơn sắc khi đi qua một lăng kính có góc chiết quang nhỏ, ta dùng công thức :

$$D = (n - 1)A.$$

– Đối với tia đỏ :

$$D_d = (n_d - 1)A = (1{,}51 - 1)8 = 4{,}08^o.$$

– Đối với tia tím :

$$D_t = (n_t - 1)A = (1{,}54 - 1)8 = 4{,}32^o.$$

b) Góc hợp bởi tia đỏ và tia tím :

$$\Delta D = 4{,}08^o - 4{,}32^o = 0^o24'.$$

Ví dụ 2. Một thấu kính mỏng có một mặt phẳng và một mặt lồi, bán kính mặt lồi là R = 80cm. Thấu kính làm bằng thủy tinh có chiết suất đối với tia đỏ là $n_d = 1{,}51$ và đối với tia tím là $n_t = 1{,}54$. Hãy tính khoảng cách giữa các tiêu điểm chính F_d của thấu kính ứng với ánh sáng đỏ và tiêu điểm chính F_t ứng với ánh sáng tím.

Bài giải

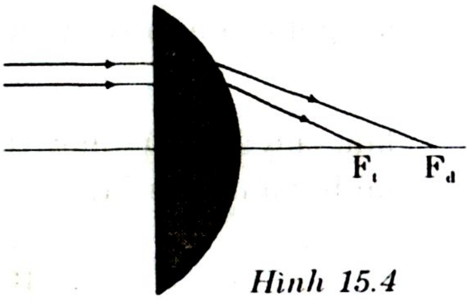
Vì chiết suất của thủy tinh đối với ánh sáng đỏ khác chiết suất của nó đối với ánh sáng tím nên độ tụ (hoặc tiêu cự) của thấu kính ứng với ánh sáng đỏ ($f_đ$) và đối với ánh sáng tím (f_t) sẽ khác nhau. Trên hình 15.4, ta kí hiệu F_t là tiêu điểm ảnh chính của thấu kính ứng với ánh sáng màu tím và $F_đ$ là tiêu điểm ảnh chính của thấu kính ứng với ánh sáng màu đỏ.

$$\frac{1}{f_d} = (n_d - 1)\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{\infty}\right) = \frac{(n_d - 1)}{R}$$ (lưu ý : mặt phẳng có bán kính $R = \infty$)

$$\frac{1}{f_t} = (n_t - 1)\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{\infty}\right) = \frac{(n_t - 1)}{R}$$

$$f_đ = \frac{R}{(n_d - 1)} = \frac{80}{1,51 - 1} \approx 157\text{cm}$$

$$f_t = \frac{R}{(n_t - 1)} = \frac{80}{1,54 - 1} \approx 148\text{cm}$$



Hình 15.4

Khoảng cách giữa tiêu điểm chính của thấu kính ứng với tia đỏ và tia tím :

$$F_đF_t = f_đ - f_t = 157 - 148 = 9\text{cm}.$$

Ví dụ 3. Một lăng kính có góc chiết quang 60° chiết suất $n = \sqrt{3}$ đối với ánh sáng màu vàng của natri. Một chùm sáng trắng được điều chỉnh sao cho góc lệch đối với ánh sáng vàng đạt cực tiểu. Tính góc tới i_1.

Bài giải

Khi góc lệch của tia sáng màu vàng cực tiểu, ta có : $r_1 = r_2 = \frac{A}{2} = 30^o$.

Với : $\sin i_1 = n\sin r_1 = \sqrt{3}.\frac{1}{2} \Rightarrow i_1 = 60^o$.

Ví dụ 4. Gọi $D_đ$, $f_đ$, D_t, f_t lần lượt là độ tụ và tiêu cự của cùng một thấu kính thủy tinh đối với tia đỏ và tia tím, vì chiết suất $n_đ < n_t$ nên :

A. $D_đ < D_t$; $f_đ < f_t$
B. $D_đ < D_t$; $f_đ > f_t$
C. $D_đ < D_t$; $f_đ > f_t$
D. $D_đ > D_t$; $f_đ < f_t$.

Hướng dẫn chọn đáp án

Do $n_đ < n_t$ nên $n_đ - 1 < n_t - 1$; mặt khác vì $\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$ chỉ phụ thuộc dạng hình học của thấu kính là chung cho mọi bức xạ, nên :

$D_đ < D_t$ và $f_đ > f_t$. *Chọn C.*

Ví dụ 5. Một lăng kính có tiết diện thẳng là một tam giác đều ABC, chiếu một chùm tia sáng trắng hẹp vào mặt bên AB đi từ đáy lên. Chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng đỏ là $\sqrt{2}$ và đối với ánh sáng tím là $\sqrt{3}$. Giả sử lúc đầu lăng kính ở vị trí mà góc lệch D của tia tím là cực tiểu. Phải quay lăng kính một góc bằng bao nhiêu để góc lệch của tia đỏ là cực tiểu.

A. 60°
B. 15°
C. 45°
D. 30°.

Hướng dẫn chọn đáp án

– Khi tia tím có góc lệch cực tiểu, ta có : $r_{t1} = r_{t2} = \frac{A}{2} = 30^o$.

Theo định luật khúc xạ, ở mặt AB của lăng kính :

$$\sin i_t = n_t \sin r_{t1} \quad \Rightarrow \quad i_t = 60^o.$$

– Khi góc lệch của tia đỏ cực tiểu, ta có : $r_{d1} = r_{d2} = \frac{A}{2} = 30^o$.

Với : $\sin i_d = n_d \sin r_{d1} \quad \Rightarrow \quad i_d = 45^o$.

Vậy kể từ vị trí góc lệch tia tím cực tiểu đến vị trí góc lệch tia đỏ cực tiể ta phải quay lăng kính ngược chiều kim đồng hồ một góc 15°. *Chọn B.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

15.1. Chiếu một chùm tia sáng trắng, song song, hẹp (coi như một tia sáng) và một mặt bên của một lăng kính thủy tinh, có góc chiết quang $A = 6^o$ dướ góc tới $i = 60^o$. Biết chiết suất của lăng kính với tia đỏ là $n_d = 1,50$ và đố với tia tím là $n_t = 1,54$. Góc tạo bởi tia ló màu đỏ và tia ló màu tím là ba nhiêu ?

15.2. Một bể nước sâu 1,2m. Một chùm sáng Mặt Trời chiếu vào mặt nước dướ góc tới i sao cho sini = 0,8. Chiết suất của nước đối với ánh sáng màu đ là 1,331 và đối với ánh sáng tím là 1,343. Tính bề rộng của dải quan phổ dưới đáy bể.

15.3. Một thấu kính hai mặt lồi bằng thủy tinh có cùng bán kính R, tiêu c 10cm và có chiết suất $n_v = 1,5$ đối với ánh sáng vàng.

a) Xác định bán kính R của thấu kính.

b) Biết chiết suất của thủy tinh đối với ánh sáng đỏ và tím lần lượt l $n_d = 1,495$ và $n_t = 1,510$. Tìm khoảng cách giữa các tiêu điểm của thấ kính ứng với ánh sáng đỏ và tím.

15.4. Chiết suất của một môi trường trong suốt đối với các ánh sáng đơn s khác nhau là đại lượng có giá trị :

A. bằng nhau đối với mọi ánh sáng đơn sắc từ đỏ đến tím.

B. khác nhau, lớn nhất đối với ánh sáng đỏ và nhỏ nhất đối với ánh sán tím.

C. khác nhau, đối với ánh sáng đơn sắc có bước sóng càng lớn thì chiế suất càng lớn.

D. khác nhau, đối với ánh sáng đơn sắc có tần số càng lớn thì chiết suấ càng lớn.

15.5. Phát biểu nào sau đây là ***sai*** khi nói về ánh sáng trắng và ánh sáng đơn sắc ?

A. Chiết suất của chất làm lăng kính đối với các ánh sáng đơn sắc khá nhau là khác nhau.

B. Ánh sáng trắng là hỗn hợp của nhiều ánh sáng đơn sắc có màu từ đỏ đến tím.

C. Khi các ánh sáng đơn sắc đi qua một môi trường trong suốt thì chiết suất của môi trường đối với ánh sáng đỏ là lớn nhất và đối với ánh sáng tím là nhỏ nhất.

D. Ánh sáng đơn sắc chỉ bị lệch nhưng không bị tán sắc khi đi qua lăng kính.

15.6. Chiết suất của thủy tinh, đối với hai bức xạ màu đỏ và màu tím lần lượt là 1,50 và 1,54. Chiếu một tia sáng trắng vào một lăng kính thủy tinh có góc chiết quang nhỏ $A = 5^o$, thì góc hợp bởi tia ló đỏ và tím là :

A. 15^o B. $10'$ C. $12'$ D. 8^o.

15.7. Một thấu kính hội tụ mỏng gồm hai mặt cầu lồi giống nhau có bán kính R = 30cm. Chiết suất của thấu kính đối với ánh sáng đỏ là 1,50 và đối với ánh sáng tím là 1,54. Khoảng cách giữa tiêu điểm chính đối với tia đỏ và tiêu điểm đối với tia tím của thấu kính là

A. 27,8cm B. 30cm C. 22cm D. 2,2cm.

15.8. Từ không khí người ta chiếu tới mặt nước nằm ngang một chùm tia sáng hẹp song song với góc tới, gồm hai ánh sáng đơn sắc màu lục và màu tím. Khi đó chùm khúc xạ :

A. gồm hai chùm tia sáng hẹp là chùm màu lục và chùm màu tím, trong đó góc khúc xạ của chùm màu lục nhỏ hơn góc khúc xạ của chùm màu tím.

B. vẫn chỉ là một chùm tia sáng hẹp song song.

C. gồm hai chùm tia sáng hẹp là chùm màu lục và chùm màu tím, trong đó góc khúc xạ của chùm màu lục lớn hơn góc khúc xạ của chùm màu tím.

D. chỉ là chùm màu lục, còn chùm tia màu tím bị phản xạ toàn phần.

15.9. Sự phụ thuộc của chiết suất vào màu sắc của ánh sáng :

A. xảy ra với mọi chất rắn, lỏng, khí.

B. chỉ xảy ra với chất rắn và chất lỏng.

C. chỉ xảy ra với chất rắn.

D. là hiện tượng đặc trưng của lăng kính.

15.10. Theo công thức về độ tụ của thấu kính : $D = \frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$ thì đối với một thấu kính hội tụ, độ tụ đối với ánh sáng

A. đỏ lớn hơn so với ánh sáng lục.

B. lục lớn hơn so với ánh sáng chàm.

C. đỏ lớn hơn so với ánh sáng tím.

D. vàng nhỏ hơn so với ánh sáng lam.

BÀI 16 GIAO THOA ÁNH SÁNG

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng

a) Dùng một đèn nhỏ (xem như nguồn sáng điểm) từ bên ngoài chiếu vào một lỗ tròn nhỏ O khoét ở cửa một căn phòng rất kín và đứng ở vị trí trong phòng, hơi chếch so với phương truyền thẳng của mọi tia sáng ta vẫn trông thấy rất rõ lỗ O. Như vậy có thể nói là ánh sáng từ đèn, sau khi qua lỗ O đã đi lệch khỏi phương truyền thẳng để tới mắt ta, tựa hồ như lỗ O cũng là một nguồn sáng.

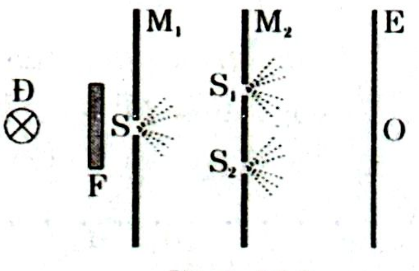
Hiện tượng ánh sáng truyền sai lệch so với phương truyền thẳng khi đi qua lỗ nhỏ hoặc gặp vật cản, gọi là hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng.

b) Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng chỉ có thể giải thích được nếu thừa nhận : *ánh sáng có tính chất sóng. Mỗi chùm sáng đơn sắc* (còn gọi là *chùm bức xạ đơn sắc*) *là một chùm sáng có bước sóng và tần số xác định.* Trong chân không, ánh sáng tần số f có bước sóng $\lambda = \frac{c}{f}$ (c là tốc độ ánh sáng trong chân không, c ≈ 300000 km/s); trong môi trường có chiết suất n, bước sóng của ánh sáng đơn sắc là $\lambda' = \frac{\lambda}{n}$.

Với không khí $n \approx 1$ nên $\lambda' \approx \lambda$.

2. Thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng

a) Để khẳng định ánh sáng có tính chất sóng cần phải chứng tỏ được bằng thực nghiệm rằng có thể tạo ra được sự giao thoa ánh sáng. Sơ đồ thí nghiệm như trên hình 16.1a.



Hình 16.1a

Đ là nguồn phát ánh sáng trắng (đèn sợi đốt chẳng hạn); F là kính màu (kính lọc sắc) dùng để tách ra một chùm sáng đơn sắc chiếu vào khe hẹp S rạch trên màn chắn M_1; S_1, S_2 là hai khe hẹp, nằm rất gần nhau, song song với S rạch trên màn chắn M_2; M là tấm kính mỏng trong suốt đóng vai trò như một màn ảnh. Quan sát M qua một kính lúp ta thấy những vạch sáng màu và các vạch tối xen kẽ nhau, song song với khe S (Hình 16.1b).

Hình 16.1b

b) Hiện tượng quan sát được trong thí nghiệm trên là *hiện tượng giao thoa ánh sáng*, các vạch sáng vạch tối gọi là *vân giao thoa.*

Hai khe S_1, S_2 (được gọi là *khe Y-âng*) được chiếu sáng bởi cùng một nguồn S, nên trở thành *hai nguồn kết hợp*. Hai sóng do S_1, S_2 phát ra là *hai sóng kết hợp*. Tại vùng không gian hai sóng đó chồng lên nhau, gọi là *vùng giao thoa*, chúng giao thoa với nhau và tạo nên hình ảnh như đã quan sát thấy.

Hiện tượng giao thoa ánh sáng là bằng chứng thực nghiệm quan trọng khẳng định ánh sáng có tính chất sóng.

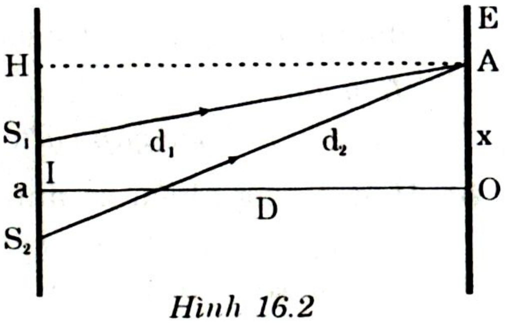
c) Điều kiện xảy ra hiện tượng giao thoa ánh sáng là *hai chùm sáng giao nhau phải là hai chùm sáng kết hợp*, do hai nguồn sáng kết hợp (có cùng tần số và có độ lệch pha không đổi) phát ra.

3. Vị trí các vân giao thoa

Khoảng vân

a) *Hiệu đường đi* của hai sóng từ hai nguồn kết hợp S_1, S_2 đi tới điểm A trên màn quan sát (Hình 16.2) là :

$$d_2 - d_1 = \frac{2ax}{d_1 + d_2} \approx \frac{ax}{D}.$$



Hình 16.2

b) Các điểm sáng nhất (cực đại giao thoa, *vân sáng*) là những điểm tại đó hiệu đường đi bằng một số nguyên lần bước sóng : $d_2 - d_1 = \frac{ax}{D} = k\lambda$.

Vị trí vân sáng : $x = k\frac{\lambda D}{a}$ (k = 0; ±1; ±2...). Tại điểm O (x = 0) ta có *vân sáng trung tâm* (hay vân sáng chính giữa, vân ứng với k = 0. Vân sáng bậc 1 ứng với k = ±1, vân sáng bậc 2 ứng với k = ±2...

Tại A có vân tối (các điểm tối nhất, cực tiểu giao thoa) khi

$$d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda.$$

Các vân sáng và các vân tối cách đều nhau. Cần chú ý rằng, vị trí của vân sáng là vị trí của chỗ sáng nhất của vân, từ vị trí đó, độ sáng sẽ giảm dần cho đến bằng 0 tại vân tối.

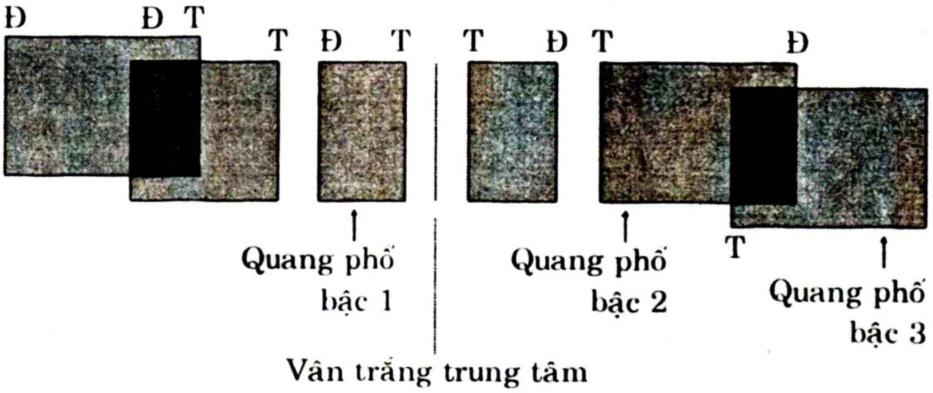
Khoảng cách giữa hai hai vân sáng (hoặc giữa hai vân tối) liên tiếp gọi là *khoảng vân i* : $i = \frac{\lambda D}{a}$.

Khoảng cách giữa một vân sáng và một vân tối kề nó là $\frac{i}{2}$.

Cũng có thể xác định vị trí vân tối dựa vào điều kiện $d_2 - d_1 = \frac{ax_t}{D} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$, tức là $x_t = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda D}{a}$, (k = 0; ±1; ±2...), nhưng ở đây k không có ý nghĩa là bậc giao thoa hoặc là số thứ tự của vân tối (tính từ vân sáng trung tâm).

c) Phép đo bước sóng ánh sáng bằng phương pháp giao thoa dựa trên áp dụng công thức $i = \frac{\lambda D}{a}$ (đo a, D và i thì tính được λ).

d) ***Chú ý*** : Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khi chiếu vào khe S chùm ánh sáng trắng, trên màn quan sát E ta thấy có một vạch sáng trắng ở chính giữa, hai bên có những dải màu như cầu vồng, tím ở phía vạch sáng trắng, đỏ ở phía ngoài. (Hình 16.3)



Hình 16.3

4. Bước sóng và màu sắc ánh sáng

- Mỗi ánh sáng đơn sắc có một bước sóng (tần số) xác định.
- Mọi ánh sáng đơn sắc mà ta nhìn thấy có bước sóng trong khoảng từ chừng 0,380μm (ánh sáng tím) đến 0,760μm (ánh sáng đỏ).

Trong miền ánh sáng nhìn thấy (còn gọi là *phổ khả kiến* hay *quang phổ ánh sáng nhìn thấy*) người ta đã phân định phỏng chừng khoảng bước sóng của bảy màu chính trên quang phổ ánh sáng Mặt Trời.

BẢNG MÀU VÀ BƯỚC SÓNG CỦA ÁNH SÁNG TRONG CHÂN KHÔNG

Màu ánh sáng	Bước sóng λ (μm)
Đỏ	0,640 ÷ 0,760
Cam	0,590 ÷ 0,650
Vàng	0,570 ÷ 0,600
Lục	0,500 ÷ 0,575
Lam	0,450 ÷ 0,510
Chàm	0,430 ÷ 0,460
Tím	0,380 ÷ 0,440

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Một chùm ánh sáng hẹp, đơn sắc có bước sóng trong chân không là λ = 0,60μm.

a) Xác định chu kì, tần số của ánh sáng đó. Biết tốc độ ánh sáng trong chân không là 3.10^8 m/s.

b) Cho chùm ánh sáng nói trên truyền qua thủy tinh ($n = 1,5$). Tính tốc độ và bước sóng của ánh sáng đơn sắc ấy trong thủy tinh. Chu kì và tần số của ánh sáng có thay đổi khi truyền từ môi trường này sang môi trường khác không ?

Bài giải

a) Tần số : $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.10^8}{0,60.10^{-6}} = 5.10^{14}\text{Hz}.$

Chu kì : $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5.10^{14}} = 2.10^{-15}\text{s}.$

b) Tốc độ : $v = \frac{c}{n} = \frac{3.10^8}{1,5} = 2.10^8 \text{ m/s}.$

Bước sóng : $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{2.10^8}{5.10^{14}} = 0,4.10^{-6}\text{m} = 0,4\mu\text{m}.$

Hay : $\lambda = \frac{\lambda_0}{n} = \frac{0,6}{1,5} = 0,4\mu\text{m}.$

Khi đi từ môi trường này sang môi trường khác, tốc độ và bước sóng của ánh sáng đơn sắc bị thay đổi, nhưng chu kì và tần số của ánh sáng không thay đổi.

Ví dụ 2. Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe $a = 0,6\text{mm}$, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là $D = 2\text{m}$, ta thấy 15 vân sáng liên tiếp cách nhau 2,8cm. Hãy tìm bước sóng λ của ánh sáng đơn sắc đã dùng trong thí nghiệm.

Bài giải

Trong khoảng 15 vân sáng có 14 khoảng vân, ta có :

$$14i = 28\text{mm} \Rightarrow i = \frac{28}{14} = 2\text{mm}.$$

Từ $i = \frac{\lambda D}{a}$ ta có : $\lambda = \frac{ai}{D} = \frac{0,6.10^{-3}.2.10^{-3}}{2} = 0,6.10^{-6}\text{m} = 0,6\mu\text{m}.$

Ví dụ 3. Trong một thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, người ta bố trí sao cho khoảng cách $S_1S_2 = a = 4\text{mm}$, khoảng cách từ S_1 và S_2 đến màn quan sát là $D = 2\text{m}$. Bước sóng dùng trong thí nghiệm là $0,6\mu\text{m}$. Tại điểm M cách vân sáng trung tâm một khoảng 0,75mm là vân sáng hay vân tối ?

Bài giải

Khoảng vân : $i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,60.10^{-6}.2}{0,4.10^{-3}} = 0,3.10^{-3}\text{m} = 3\text{mm}.$

Tại M, ta có : $\frac{x}{i} = \frac{0,75}{0,3} = 2,5 \quad \Rightarrow \quad x = 2,5i$.

Vậy, tại M là vân tối thứ ba (tính từ vân sáng trung tâm).

Ví dụ 4. Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với hai khe Y-âng cách nhau 0,5mm, ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,5\mu m$, màn ảnh cách hai khe 2m. Bề rộng vùng giao thoa trên màn là 17mm. Tính số vân sáng quan sát được trên màn.

Bài giải

Khoảng vân $i = \frac{\lambda D}{a} = 2mm$.

Vị trí vân sáng thỏa $x = ki$ với $k \in \mathbb{Z}$.

Bề rộng vùng giao thoa là 17mm. Tỉ số : $\frac{L}{2i} = \frac{17}{2.2} = 4,25$

Số vân sáng quan sát được trên màn : $N = 2.4 + 1 = 9$ vân.

Ví dụ 5. Trong thí nghiệm Y-âng, hai khe S_1, S_2 cách nhau một khoảng $a = 2mm$ và cách màn quan sát một khoảng $D = 2m$. Hiện tượng giao thoa xảy ra khi chiếu đồng thời hai bức xạ đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0,5\mu m$ và $\lambda_2 = 0,6\mu m$.

a) Mô tả hiện tượng.

b) Xác định vị trí mà tại đó các vân sáng của hai bức xạ trùng nhau.

c) Tính khoảng cách ngắn nhất giữa hai vân sáng có màu giống như màu của vân sáng trung tâm.

Bài giải

a) Mô tả hiện tượng : Trên màn quan sát có hai hệ vân giao thoa ứng với hai bước sóng λ_1 và λ_2. Các vân giao thoa của hai bức xạ đó song song với nhau.

b) Vị trí vân sáng của hai bức xạ :

$$x_1 = k_1\frac{\lambda_1 D}{a}; \quad x_2 = k_2\frac{\lambda_2 D}{a} \quad (\text{với } k_1, k_2 = 0; -1; -2, ...)$$

Hai hệ vân có vân trung tâm trùng nhau ứng với : $k_1, k_2 = 0 \Rightarrow x_1 = x_2 = 0$.

Các vị trí còn lại mà tại đó các vân sáng của hai hệ trùng nhau thỏa mãn hệ thức :

$$x_1 = x_2 \quad \Rightarrow \quad k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 \quad \Rightarrow \quad k_1 = k_2\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{6}{5}k_2$$

– Vị trí 1 : $k_1 = 6$, $k_2 = 5$

$$\Rightarrow \quad x_1 = x_2 = 6.\frac{\lambda_1 D}{a} = 6.\frac{0,5.10^{-6}.2}{2.10^{-3}} = 3.10^{-3}m = 3mm.$$

- Vị trí 2 : $k_1 = 12$, $k_2 = 10$

$$\Rightarrow \quad x_1 = x_2 = 12.\frac{\lambda_1 D}{a} = 12.\frac{0,5.10^{-6}.2}{2.10^{-3}} = 6.10^{-3}\text{m} = 6\text{mm}.$$

- Vị trí n : $k_1 = 6n$, $k_2 = 5n$ (với n = 0; 1; 2; 3; ...)

$$\Rightarrow \quad x_1 = x_2 = 6n.\frac{\lambda_1 D}{a} = 6n.\frac{0,5.10^{-6}.2}{2.10^{-3}} = 3n.10^{-3}\text{m} = 3n\ (\text{mm}).$$

Vân sáng của hai bức xạ trùng nhau tại các vị trí có tọa độ xác định bởi : $x = 3n$ (mm). (Ví dụ : 3mm, 6mm, 9mm...).

c) Khoảng cách ngắn nhất giữa hai vân sáng có màu giống nhau màu của vân trung tâm ứng với $k_1 = 6$, $k_2 = 5$.

Vậy : $x_{min} = 3$mm.

Ví dụ 6. Hai khe của thí nghiệm Y-âng được chiếu sáng bằng ánh sáng trắng. Ở đúng vị trí vân sáng bậc ba của ánh sáng lục của natri (bước sóng là 0,59μm) có bao nhiêu vân sáng của những ánh sáng đơn sắc khác nằm trùng ở đó ? Biết rằng bước sóng của ánh sáng tím là 0,38μm, của ánh sáng đỏ là 0,76μm.

Bài giải

Vị trí vân sáng bậc ba màu lục : $x_3 = 3.\frac{\lambda D}{a} = 1,77.10^{-6}.\frac{D}{a}$

$$x_3 = x_s = \frac{\lambda D}{a} \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{ax}{D} = \frac{1,77}{k}\ (\mu\text{m}) \text{ với } k \in \mathbb{Z}.$$

Với ánh sáng trắng : 0,38 μm ≤ λ ≤ 0,76μm

$$\Leftrightarrow \quad 0,38 \le \frac{1,77}{k} \le 0,76 \quad \Rightarrow \quad 2,3 \le k \le 4,6 \text{ và } k \in \mathbb{Z}.$$

Chọn k = 3; 4 : có 2 bức xạ cho vân sáng tại đó (kể cả ánh sáng lục).

Với k = 3 : $\lambda = \frac{1,77}{k} = \frac{1,77}{3}$ (μm) = 0,59μm (ánh sáng lục).

Với k = 4 : $\lambda = \frac{1,77}{k} = \frac{1,77}{4}$ (μm) = 0,44μm (ánh sáng tím).

Ví dụ 7. Trong thí nghiệm Y-âng, nếu ta che bớt một trong hai khe thì :

A. độ sáng tại vân sáng giảm một nửa, tại vân tối vẫn bằng không.

B. độ sáng tại vân sáng giảm một nửa, tại vân tối bằng vân sáng.

C. mọi điểm trên màn trở thành sáng đều với độ sáng giảm đi so với trước.

D. tại các vân sáng vẫn như cũ.

Hướng dẫn chọn đáp án

Lúc này, chỉ còn một nguồn sáng nên không có giao thoa.

Lúc đầu, khi có sự giao thoa, thì biên độ dao động sáng bằng hai lần biên độ dao động phát đi từ nguồn, và cường độ sáng bằng $2^2 = 4$ lần cường độ sáng do mỗi nguồn tạo ra. Vậy khi che bớt một khe, thì độ sáng tại vân sáng phải giảm 4 lần và mọi điểm trên màn trở thành sáng đều.

Chọn C.

Ví dụ 8. Trong một thí nghiệm Y-âng, người ta đo được : D = 1,2m; a = 2mm. Nếu dùng ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0{,}60\mu m$ thì khoảng vân i là :

A. 1mm   B. 3,6mm   C. 0,36mm   D. 0,4mm.

Hướng dẫn chọn đáp án

$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0{,}6.10^{-6}.1{,}2}{2.10^{-3}} = 0{,}36.10^{-3}\ m = 0{,}36mm.$$ *Chọn C.*

Ví dụ 9. Trong một thí nghiệm với khe Y-âng, với bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0{,}60\mu m$, người ta đo được khoảng vân i là 0,42mm. Thay bức xạ trên bằng bức xạ có bước sóng λ khác, thì khoảng vân i đo được là 0,385mm. Bước sóng λ là :

A. 0,52μm   B. 0,70μm   C. 0,64μm   D. 0,55μm.

Hướng dẫn chọn đáp án

Từ $i = \frac{\lambda D}{a}$, suy ra : $\lambda = \lambda_0 \frac{i}{i_0} = 0{,}60.\frac{0{,}385}{0{,}42} = 0{,}55\mu m.$ *Chọn D.*

Ví dụ 10. Thực hiện thí nghiệm giao thoa với khe Y-âng lần lượt với hai bức xạ có hiệu bước sóng là 120nm, thì thấy rằng 7 khoảng vân của bức xạ thứ nhất trùng với 9 khoảng vân của bức xạ thứ hai. Vậy, bước sóng của bức xạ thứ hai là :

A. 450nm   B. 680nm   C. 540nm   D. 720nm.

Hướng dẫn chọn đáp án

Ta có : $\lambda_1 - \lambda_2 = 160mm$ mà $7i_1 = 9i_2 \Rightarrow 7\lambda_1 = 9\lambda_2$

Suy ra : $\lambda_1 - \lambda_2 = \frac{2}{9}\lambda_1 = 160nm \Rightarrow \lambda_1 = 120.\frac{9}{2} = 540nm.$ *Chọn C.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

16.1. Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 0,2mm, khoảng cách từ hai khe đến màn ảnh là 2m. Nguồn phát ánh sáng trắng. Bước sóng của ánh sáng tím là 0,38μm, của ánh sáng đỏ là 0,76μm. Tính bề rộng của quang phổ liên tục bậc 2 của ánh sáng trắng trên màn.

16.2. Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng bằng khe Y-âng dùng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $0{,}6.10^{-6}$m. Khoảng cách giữa hai khe đến màn là D = 3m. Khi thực hiện thí nghiệm trong không khí ta thu được khoảng vân i = 1mm.

a) Tính khoảng cách hai khe Y-âng.

b) Khi thực hiện thí nghiệm trên trong nước có chiết suất n = 1,33, ta thu được khoảng vân i' bằng bao nhiêu ?

16.3. Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng dùng hai khe Y-âng, nguồn điểm phát đồng thời hai bức xạ đơn sắc có bước sóng lần lượt là 660nm và 550nm. Biết D = 1,2m; a = 2mm. Tính khoảng cách từ vân sáng chính giữa đến vân sáng đầu tiên trên màn, cùng màu với nó.

16.4. Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng dùng hai khe Y-âng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,5\mu m$. Biết $S_1S_2 = a = 0,5mm$; khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là D = 1m. Bề rộng vùng giao thoa quan sát được trên màn L = 8,2mm. Tìm số vân sáng và vân tối trên màn.

16.5. Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với hai khe Y-âng, khoảng cách giữa hai khe là 0,9mm. Hai khe đặt cách màn ảnh bằng 1,8m. Chiếu sáng hai khe bằng ánh sáng đơn sắc $\lambda = 0,60\mu m$.

a) Xác định vị trí vân sáng bậc 4 kể từ vân sáng chính giữa.

b) Thay ánh sáng trên bằng ánh sáng trắng có bước sóng $0,38\mu m$ đến $0,76\mu m$. Hỏi ở đúng vị trí của vân sáng bậc 4 nói trên, còn có những vân sáng của những ánh sáng đơn sắc nào khác ?

16.6. Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, biết a = 1,5mm; D = 2m hai khe được chiếu sáng đồng thời hai bức xạ $\lambda_1 = 0,5\mu m$ và $\lambda_2 = 0,6\mu m$. Vị trí hai vân sáng ứng với hai bức xạ nói trên trùng nhau, gần vân trung tâm nhất, cách vân trung tâm một khoảng bao nhiêu ?

16.7. Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng bằng khe Y-âng dùng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ. Khoảng cách giữa hai khe a = 1,5mm. Nếu tịnh tiến màn hứng vân ra xa thêm 0,5m thì khoảng vân tăng thêm 0,2mm. Tính bước sóng λ.

16.8. Dùng hai ngọn đèn giống hệt nhau làm hai nguồn sáng chiếu lên một màn ảnh trên tường thì :

A. trên màn có thể có hệ vân giao thoa hay không tùy thuộc vào vị tr của màn.

B. không có hệ vân giao thoa vì ánh sáng phát ra từ hai nguồn nà không phải là hai sóng kết hợp.

C. trên màn không có giao thoa ánh sáng vì hai ngọn đèn không phải l hai nguồn sáng điểm.

D. trên màn chắc chắn có hệ vân giao thoa vì hiệu đường đi của hai sóng tới màn không đổi.

16.9. Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với hai khe Y-âng, khoảng các giữa hai khe là 0,9mm. Hai khe đặt cách màn ảnh bằng 1,8m. Chiếu sán hai khe bằng ánh sáng đơn sắc $\lambda = 0,60\mu m$. Vân sáng bậc 4 cách vân sáng chính giữa một khoảng là

A. 4,8mm B. 2,4mm C. 1,2mm D. 3,6mm.

16.10. Trong thí nghiệm khe Y-âng, nếu khe nguồn phát ra ánh sáng trắng, thì

A. ta hoàn toàn không nhìn thấy vân giao thoa.

B. ta thấy toàn là vân màu.

C. ta thấy một vân màu trắng và một số vân có màu sắc, nhưng không thấy vân đen.

D. ta thấy một vân sáng chính giữa là vân sáng có màu trắng.

16.11. Người ta thường ứng dụng hiện tượng giao thoa để :

A. đo bước sóng của ánh sáng đơn sắc.

B. đo khoảng cách giữa hai khe hẹp.

C. đo vận tốc ánh sáng.

D. chứng minh rằng ánh sáng là sóng điện từ.

16.12. Trong một thí nghiệm với khe Y-âng, cách nhau a = 1,2m, trên màn quan sát đặt cách hai khe một khoảng D = 0,9m, người ta đếm được 6 vân sáng, mà hai vân sáng ngoài cùng cách nhau 2,4mm. Bước sóng λ của ánh sáng là :

A. $0,45\mu m$ B. $0,66\mu m$ C. $0,64\mu m$ D. $0,50\mu m$.

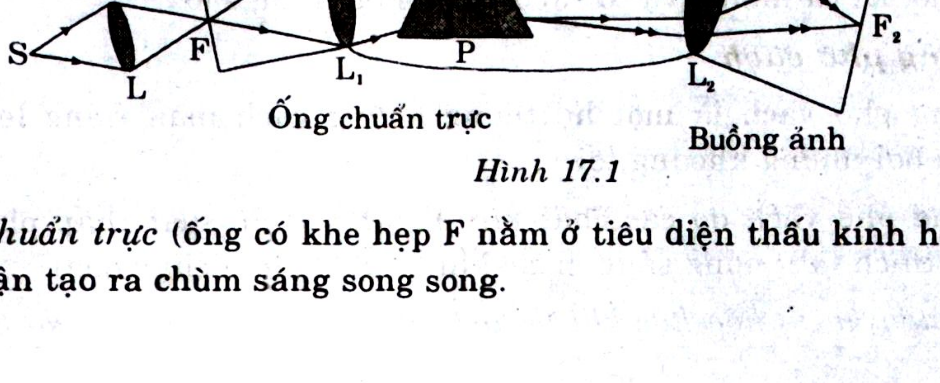
BÀI 17 CÁC LOẠI QUANG PHỔ BỨC XẠ KHÔNG NHÌN THẤY

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Máy quang phổ

Máy quang phổ là dụng cụ dùng để phân tích chùm ánh sáng phức tạp thành những thành phần đơn sắc khác nhau.

- *Máy quang phổ lăng kính* có ba bộ phận chính (Hình 17.1).



Hình 17.1

– *Ống chuẩn trực* (ống có khe hẹp F nằm ở tiêu diện thấu kính hội tụ L_1) là bộ phận tạo ra chùm sáng song song.

- *Hệ tán sắc* (gồm một hoặc vài lăng kính P) có tác dụng phân tích chùm tia song song từ L_1 chiếu tới thành nhiều chùm tia đơn sắc song song.
- *Buồng tối* (hay *buồng ảnh)* là hộp kín trong đó có thấu kính hội tụ L_2 và tấm kính ảnh (để chụp ảnh quang phổ), hoặc một tấm kính mờ (để quan sát quang phổ), đặt tại tiêu diện của L_2.

- Chùm ánh sáng phát ra từ nguồn sáng S (mà ta cần nghiên cứu) đi vào máy quang phổ, được phân tích thành các chùm đơn sắc song song. Mỗi chùm sáng đơn sắc này được thấu kính L_2 làm hội tụ thành một *vạch màu* trên tiêu diện L_2 (vạch này là *ảnh thật của khe F*), gọi là *vạch quang phổ*. Tập hợp các vạch màu (hoặc dải màu) đó tạo thành quang phổ của nguồn S.

2. Quang phổ phát xạ

a) Mọi chất rắn, lỏng, khí được nung nóng đến nhiệt độ cao, đều phát ánh sáng. Quang phổ của ánh sáng do các chất đó phát ra gọi là *quang phổ phát xạ* của chúng. Quang phổ phát xạ của các chất khác nhau có thể chia thành hai loại lớn : *quang phổ liên tục* và *quang phổ vạch*.

b) Quang phổ liên tục

- Quang phổ liên tục là một dải có màu từ đỏ đến tím nối liền nhau một cách liên tục, giống như quang phổ của ánh sáng Mặt Trời.
- Quang phổ liên tục do các chất rắn, chất lỏng hoặc chất khí có áp suất lớn, phát ra khi bị nung nóng.
- Quang phổ liên tục của các chất khác nhau ở cùng một nhiệt độ thì hoàn toàn giống nhau và chỉ phụ thuộc nhiệt độ của chúng.

  Ở mọi nhiệt độ, vật đều bức xạ. Người ta nhận thấy rằng, khi bị đốt nóng tới 500°C các vật bắt đầu phát ánh sáng nhìn thấy và cho quang phổ ở vùng đỏ, nhưng ánh sáng đỏ rất yếu nên mắt ta chưa cảm nhận được và ta thấy vật vẫn tối. Khi nhiệt độ tăng dần thì vùng đỏ của quang phổ rộng ra, phát triển dần sang các vùng cam, vàng, lục, lam... nghĩa là miền phát sáng của vật lan rộng dần sang miền sóng ngắn của quang phổ. Khi vật được nung đến sáng trắng thì nó cho ta một quang phổ liên tục có đủ màu sắc từ đỏ đến tím. Khi dây tóc của bóng đèn điện có nhiệt độ từ 2500K đến 3000K thì ánh sáng phát ra là ánh sáng trắng.

- Khảo sát quang phổ liên tục của vật, ta có thể xác định được nhiệt độ của vật đó, kể cả những vật ở rất xa như Mặt Trời, sao...

c) Quang phổ vạch

- Quang phổ vạch là một hệ thống những vạch màu riêng lẻ, ngăn cách nhau bởi những khoảng tối.
- Quang phổ vạch do các chất khí, hay hơi ở áp suất thấp phát ra khi bị kích thích (khi nóng sáng, hoặc khi có dòng điện chạy qua).
- *Mỗi nguyên tố hóa học khi bị kích thích phát ra các bức xạ có bước sóng*

xác định và cho một quang phổ vạch phát xạ riêng, đặc trưng cho nguyên tố ấy.

Các nguyên tố khác nhau phát ra các quang phổ vạch khác hẳn nhau về số lượng vạch, về màu sắc, bước sóng (tức là về vị trí) của các vạch và về cường độ sáng của các vạch đó. Chẳng hạn quang phổ của hiđro có bốn vạch đặc trưng : vạch đỏ H_α ($\lambda_\alpha = 0{,}6563\mu m$), vạch lam H_β ($\lambda_\beta = 0{,}4861\mu m$), vạch chàm H_γ ($\lambda_\gamma = 0{,}4340\mu m$), vạch tím H_δ ($\lambda_\delta = 0{,}4120\mu m$).

Phân tích quang phổ vạch, ta có thể xác định sự có mặt của các nguyên tố và cả hàm lượng của chúng trong mẫu vật.

3. Quang phổ hấp thụ

a) *Quang phổ vạch hấp thụ của khí (hay hơi)* là quang phổ liên tục, thiếu một số vạch màu do chất khí (hay hơi kim loại) hấp thụ.

- Chiếu một chùm ánh sáng trắng (do một bóng đèn điện dây tóc nóng sáng phát ra) vào khe của một máy quang phổ và đặt xen giữa đèn và khe một ống thủy tinh đựng hơi natri, thì thấy trên quang phổ liên tục của ánh sáng trắng có một vạch tối (thực ra là hai vạch tối nằm sát cạnh nhau). Đó là quang phổ hấp thụ của natri.
- *Điều kiện để thu được quang phổ hấp thụ* là nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải thấp hơn nhiệt độ của nguồn sáng phát ra quang phổ hấp thụ.
- Thí nghiệm chứng tỏ : *Ở một nhiệt độ xác định, mỗi nguyên tố hóa học chỉ hấp thụ những bức xạ nào mà nó có khả năng phát xạ, và ngược lại, nó chỉ phát ra bức xạ nào mà nó có khả năng hấp thụ.*

b) Quang phổ hấp thụ của chất lỏng và chất rắn là *quang phổ đám hấp thụ*, gồm nhiều vạch hấp thụ nối tiếp nhau một cách liên tục.

4. Tia hồng ngoại

Tia hồng ngoại (còn gọi là bức xạ hồng ngoại) là bức xạ không nhìn thấy, có bước sóng dài hơn 0,76 μm đến khoảng vài milimét.

- Mọi vật, dù ở nhiệt độ thấp, đều phát ra tia hồng ngoại. Cơ thể người (thường có nhiệt độ 37°C) cũng phát ra các tia hồng ngoại, trong đó mạnh nhất là các bức xạ có bước sóng ở vùng 9 μm. Ở nhiệt độ cao, ngoài tia hồng ngoại, vật còn phát ra các bức xạ nhìn thấy.

  Nguồn phát tia hồng ngoại thông dụng là lò than, lò điện, đèn điện dây tóc... Khí hiđro có quang phổ vạch ở miền hồng ngoại.
- Tính chất nổi bật của tia hồng ngoại là tác dụng nhiệt (vật hấp thụ tia hồng ngoại sẽ nóng lên). Tia hồng ngoại có khả năng gây ra một số phản ứng hóa học; có thể tác dụng lên một số loại phim ảnh (phim ảnh hồng ngoại) như loại phim để chụp ảnh ban đêm...; có thể biến điệu được như sóng điện từ cao tần; có thể gây ra hiệu ứng quang điện trong ở một số bán dẫn.

- Tia hồng ngoại được dùng để sấy khô, sưởi ấm; được sử dụng trong các bộ điều khiển từ xa; để chụp ảnh Trái Đất từ vệ tinh; có nhiều ứng dụng đa dạng trong lĩnh vực quân sự.

5. Tia tử ngoại

Tia tử ngoại (còn gọi là bức xạ tử ngoại) là bức xạ không nhìn thấy, có bước sóng ngắn hơn 0,38μm đến cỡ 10^{-9}m.

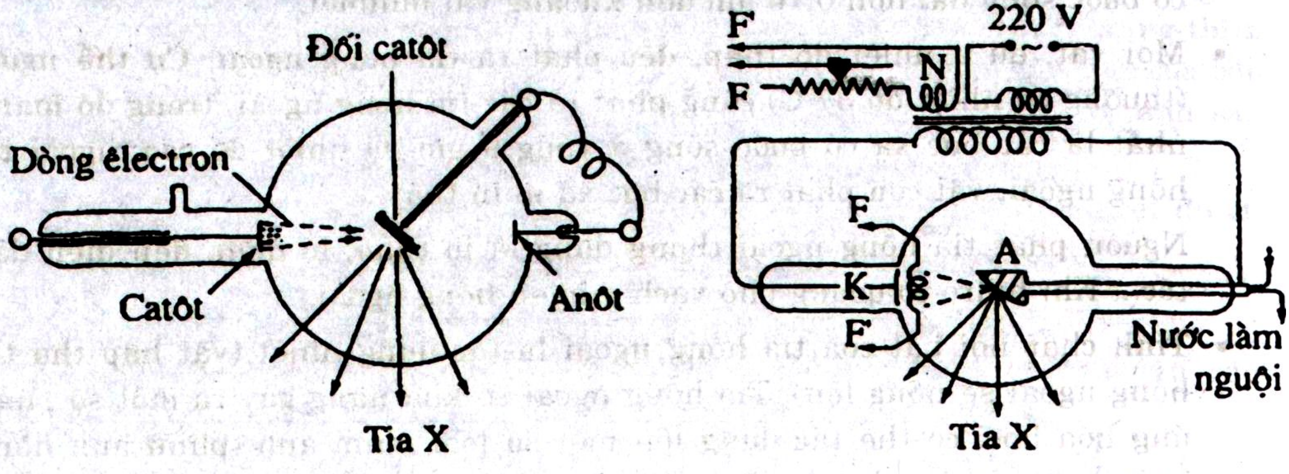
- Những vật được nung nóng đến nhiệt độ cao (trên 2000°C) đều phát ra tia tử ngoại. Nguồn phát tia tử ngoại phổ biến hơn cả là đèn hơi thủy ngân, hồ quang điện. Khí hiđro có quang phổ vạch ở miền tử ngoại.
- Tia tử ngoại tác dụng mạnh lên phim ảnh; làm ion hóa không khí; kích thích sự phát quang của nhiều chất (kẽm sunfua, cađimi sunfua); có thể gây ra nhiều phản ứng hóa học; bị thủy tinh, nước... hấp thụ mạnh, (nhưng có khả năng truyền qua thạch anh); có thể gây ra hiện tượng quang điện; có tác dụng sinh lí. Tia tử ngoại thường được dùng để khử trùng nước, tiệt trùng thực phẩm, dụng cụ y tế; dùng chữa bệnh (như bệnh còi xương); tìm vết nứt trên bề mặt kim loại...

6. Tia X

Tia X (hay tia Rơghen) là bức xạ có bước sóng từ 10^{-8}m đến 10^{-11}m.

- *Mỗi khi một chùm tia catôt (tức là một chùm êlectron có năng lượng lớn) đập vào một vật rắn thì vật đó phát ra tia X.*

  Người ta cũng thường phân biệt *tia X cứng* (có bước sóng rất ngắn) và *tia X mềm* (có bước sóng dài hơn).
- Ống phát ra tia X (gọi tắt là *ống tia X*, hay *ống Rơnghen*) đơn giản là ống tia catôt, trong đó có lắp thêm một điện cực bằng kim loại có nguyên tử lượng lớn để chắn dòng tia catôt. Điện cực kim loại này gọi là *đối catôt* (thường được nối với anôt). Áp suất trong ống khoảng 10^{-3} mm Hg. Hiệu điện thế giữa anôt và catôt khoảng vài vạn vôn (Hình 17.2a). Ngày nay để tạo tia X người ta dùng *ống Cu-lit-giơ* (Hình 17.2b).



a) b)

Hình 17.2

- Tia X có một số đặc tính nổi bật :

– *Khả năng đâm xuyên* : Xuyên qua được giấy, vải, gỗ, kim loại (dễ dàn xuyên qua tấm nhôm dày vài xentimét nhưng lại bị lớp chì vài milim chặn lại). Tia X có bước sóng càng ngắn thì càng xuyên sâu, tức là càn "cứng". Đó là đặc tính nổi bật nhất của tia X.

– Tác dụng mạnh lên hình ảnh.

– Làm phát quang một số chất (như platenô-xianua-bari).

– Làm ion hóa không khí.

– Gây ra hiện tượng quang điện ở hầu hết kim loại.

– Có tác dụng sinh lí mạnh : hủy diệt tế bào (để chữa ung thư nông), diệt khuẩn...

- Tia X được sử dụng nhiều nhất để chiếu điện, chụp điện; để chẩn đoá bệnh, phát hiện chỗ xương gãy; để chữa bệnh; kiểm tra chất lượng vậ đúc; kiểm tra hành lí hành khách đi máy bay; nghiên cứu cấu trúc vậ rắn...

7. Thang sóng điện từ

Biểu diễn sự sắp xếp và phân loại các sóng điện từ (sóng vô tuyến điệ tia hồng ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia tử ngoại, tia X, tia gamma) the thứ tự bước sóng (tính ra mét) giảm dần (hay theo thứ tự tần số tăn dần) (Hình 17.3).

Miền sóng điện từ	Bước sóng (m)	Tần số (Hz)
Sóng vô tuyến điện	$3.10^4 \div 10^{-4}$	$\sim 10^4 \div 3.10^{12}$
Tia hồng ngoại	$10^{-4} \div 7,6.10^{-7}$	$3.10^{11} \div 4.10^{14}$
Ánh sáng nhìn thấy	$7,6.10^{-7} \div 3,8.10^{-7}$	$4.10^{14} \div 8.10^{14}$
Tia tử ngoại	$3,8.10^{-7} \div 10^{-9}$	$8.10^{14} \div 3.10^{17}$
Tia X	$10^{-8} \div 10^{-11}$	$3.10^{16} \div 3.10^{19}$
Tia gamma	Dưới 10^{-11}	Trên 3.10^{19}

Hình 17.3

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Những nguồn ánh sáng nào sau đây phát ra quang phổ liên tục ?

(I) Các đèn ống xanh, đỏ ở các biển quảng cáo.

(II) Dòng nham thạch mới chảy ra khỏi miệng núi lửa.

(III) Quang phổ của các sao.

(IV) Lò luyện kim.

A. (III) B. (II) và (IV) C. (III) và (II) D. (I) và (II).

Hướng dẫn chọn đáp án

Các đèn ống xanh, đỏ ở các bảng quảng cáo phát ra quang phổ vạch phát xạ. Dòng nham thạch mới chảy ra khỏi miệng núi lửa; Lò luyện kim là nguồn phát ra quang phổ liên tục. Các sao cũng có thể coi như những Mặt Trời ở rất xa chúng ta, nên quang phổ của các sao là quang phổ hấp thụ.

Chọn B.

í dụ 2. Xét quang phổ của ánh sáng do các nguồn sau đây phát ra :

(I) Bóng đèn nêon trong bút thử điện.

(II) Dây tóc bóng đèn nung nóng.

(III) Ngọn lửa đèn cồn có rắc vài hạt muối vào bấc.

(IV) Một tia chớp.

Trong các trường hợp kể trên, trường hợp nào thuộc loại quang phổ vạch phát xạ ?

A. (I) và (III) B. (II) và (IV) C. (I), (II) và (III) D. (I) và (IV).

Hướng dẫn chọn đáp án

Khi có hiệu điện thế giữa hai đầu bút thử điện thì bóng đèn trong bút sẽ phát ra ánh sáng đỏ do khí nêon ở trong bóng được kích thích phát sáng bằng một dòng điện phóng xạ qua đèn. Do đó, quang phổ của nó là quang phổ vạch phát xạ.

Dây tóc bóng đèn nóng sáng là một vật rắn phát sáng. Quang phổ của nó là quang phổ liên tục. Ngọn lửa đèn cồn có rắc một vài hạt muối vào bấc sẽ phát ra ánh sáng màu vàng, đó là ánh sáng màu vàng đặc trưng của nguyên tử natri. Trong ngọn lửa đèn cồn, muối sẽ bị bay hơi và phân tích thành các nguyên tử, phân tử và ion. Các nguyên tử natri bị kích thích phát sáng bằng ngọn lửa sẽ phát ra ánh sáng vàng. Do đó, quang phổ là quang phổ vạch phát xạ của natri. Mặt khác, ngọn lửa đèn cồn sẽ cho một nền quang phổ liên tục. Tia chớp là ánh sáng do các nguyên tử không khí phát ra khi bị kích thích bởi một tia lửa điện rất mạnh phóng giữa hai đám mây. Quang phổ của tia chớp là quang phổ vạch phát xạ.

Chọn D.

í dụ 3. Kí hiệu các loại bức xạ như sau : (I) Ánh sáng nhìn thấy; (II) Tia tử ngoại; (III) Tia hồng ngoại.

Một bóng đèn thủy ngân ở các cột chiếu sáng đường phố sẽ phát ra những loại bức xạ nào kể trên ?

A. Chỉ (I) B. (II) và (III)

C. (I) và (II) D. Cả (I), (II) và (III).

Hướng dẫn chọn đáp án

Bóng đèn thủy ngân phát ra các loại tia sau : tia tử ngoại; ánh sáng nhìn thấy và tia hồng ngoại tiếp. Việc phát ra ánh sáng nhìn thấy là hiển nhiên. Để nhận biết xem đèn thủy ngân có phát ra tia tử ngoại và tia hồng ngoại hay không ta có thể có các cách sau : Chiếu ánh sáng của đèn thủy ngân vào khe máy quang phổ rồi dùng pin nhiệt điện để nghiên cứu. Dùng các kính lọc đặc biệt lọc hết tia hồng ngoại và ánh sáng nhìn thấy chỉ cho tia tử ngoại đi qua. Thử tia tử ngoại bằng tác dụng phát quang của nó. *Chọn D.*

Ví dụ 4. Những nguồn nào sau đây phát ra tia Rơnghen ?

(I) Chiếc bàn là nung nóng.

(II) Ngọn nến.

(III) Con đom đóm.

(IV) Màn ảnh của máy thu hình.

A. Chỉ (I) B. Chỉ (IV) C. (I) và (II) D. (II) và (III).

Hướng dẫn chọn đáp án

Ta biết rằng ống hình của máy thu hình là một ống tia catôt. Dòng êlectron phát ra từ catôt đến đập vào bột phát quang của màn hình sẽ làm cho lớp bột đó phát ra ánh sáng nhìn thấy. Tuy nhiên, bên cạnh đó nó cũng phát ra một tỉ lệ nhỏ tia Rơnghen mềm (có bước sóng dài). Vì thế lớp thủy tinh ở màn hình phải làm dầy và pha các chất hấp thụ tia Rơnghen. *Chọn B.*

Ví dụ 5. Một bức xạ hồng ngoại có bước sóng 6.10^{-3}mm, so với bức xạ tử ngoại bước sóng 125nm, thì nó có tần số nhỏ bằng

A. 50 lần B. 48 lần C. 44 lần D. 40 lần.

Hướng dẫn chọn đáp án

Ta có : $6.10^{-3}\text{mm} = 6.10^{-6}\text{m} = 6.10^{3}\text{nm} = 48125\text{nm}$

Bước sóng tia hồng ngoại lớn gấp 48, do đó tần số của nó nhỏ hơn 48 lần so với tia tử ngoại. *Chọn B.*

III. BÀI TẬP TỰ LUYỆN

17.1. Tia Rơnghen có :

A. cùng bản chất với siêu âm.

B. bước sóng lớn hơn bước sóng của tia hồng ngoại.

C. cùng bản chất với sóng vô tuyến điện.

D. điện tích âm.

17.2. Tia hồng ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia tử ngoại, tia Rơnghen và tia gamma đều là :

A. sóng cơ, có bước sóng khác nhau.

B. sóng vô tuyến điện, có bước sóng khác nhau.

C. sóng điện từ có bước sóng khác nhau.

D. sóng ánh sáng có bước sóng giống nhau.

17.3. Tia hồng ngoại có bước sóng :

A. nhỏ hơn, so với ánh sáng vàng.

B. lớn hơn, so với các tia sáng đỏ.

C. nhỏ hơn, so với các tia sáng tím.

D. có thể lớn hơn, hoặc nhỏ hơn tia sáng vàng của natri.

17.4. Tác dụng nổi bật nhất của tia hồng ngoại là :

A. tác dụng quang điện.

B. tác dụng quang học.

C. tác dụng nhiệt.

D. tác dụng hóa học (làm đen phim ảnh).

17.5. Bức xạ tử ngoại là bức xạ điện từ

A. mắt không nhìn thấy, ở ngoài miền tím của quang phổ.

B. có bước sóng lớn hơn bức xạ màu tím.

C. không làm đen phim ảnh.

D. có tần số thấp hơn, so với bức xạ hồng ngoại.

17.6. Tia tử ngoại được phát ra rất mạnh từ :

A. lò sưởi điện. B. lò vi sóng.

C. hồ quang điện. D. màn hình vô tuyến.

17.7. Quang phổ vạch được phát ra trong trường hợp nào sau đây ?

A. Chất khí hay hơi ở áp suất thấp bị kích thích.

B. Có dòng điện phóng qua một chất lỏng, hoặc chất khí ở áp suất thấp.

C. Nung nóng một chất khí, ở điều kiện tiêu chuẩn.

D. Có dòng điện phóng qua một chất lỏng ở áp suất rất thấp.

17.8. Quang phổ liên tục được phát ra khi nung nóng

A. chất rắn, chất lỏng, chất khí ở áp suất lớn.

B. chất rắn, chất lỏng, chất khí có khối lượng riêng lớn.

C. chất rắn và chất lỏng.

D. chất rắn.

ÔN TẬP CHƯƠNG V

V.1. Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng bằng khe Y-âng dùng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $0,6.10^{-6}$m. Khoảng cách giữa hai khe a = 3mm. Nếu tịnh tiến màn hứng vân ra xa thêm 0,6m thì khoảng vân thay đổi thế nào ?

V.2. Thực hiện thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng với hai khe S_1, S_2 cách nhau một đoạn a = 0,45mm, hai khe cách màn một khoảng D = 1,64m Ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm có bước sóng λ = 0,549μm. B rộng miền giao thoa trên màn đo được là L = 6,5mm. Khi đó, trong vùng giao thoa ta quan sát được bao nhiêu vân sáng, vân tối ?

V.3. Trong thí nghiệm Y-âng, người ta chiếu đồng thời hai bức xạ đơn sắc λ_1 = 0,75μm và λ_2 = 0,45μm vào hai khe cách nhau a = 0,8mm và cách màn D = 1,2m. Khoảng cách ngắn nhất giữa hai vân sáng có màu giống như màu của vân trung tâm bằng bao nhiêu ?

V.4. Trong thí nghiệm Y-âng, người ta chiếu sáng khe S bằng một nguồn ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ = 0,6μm. Cho biết S_1S_2 = 0,6mm; khe S cách mặt phẳng S_1S_2 một khoảng 1m và cách màn quan sát E một khoảng 2m.

a) Tính khoảng vân và vị trí các vân sáng.

b) Di chuyển khe S một đoạn x_S = 2,5mm về phía trên theo phương song song với S_1S_2. Tìm độ dịch chuyển của hệ vân.

V.5. Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với hai khe Y-âng, khoảng cách giữa hai khe là 1,5mm. Hai khe đặt cách màn ảnh bằng 2m.

a) Chiếu ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_1 = 0,48μm. Tìm khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp và khoảng cách từ vân sáng trung tâm đến vân sáng bậc 6.

b) Chiếu đồng thời bức xạ đơn sắc λ_1 và λ_2 = 0,64μm. Tìm khoảng cách gần nhất giữa hai vân sáng cùng màu so với vân sáng trung tâm.

V.6. Xét các đại lượng sau : (I) Chu kì; (II) Bước sóng; (III) Tần số; (IV) Tốc độ lan truyền. Một tia sáng đi từ chân không vào nước thì đại lượng nào kể trên của ánh sáng thay đổi ?

A. (I) và (II) B. (II) và (IV)

C. (II) và (III) D. (I), (II) và (IV).

V.7. Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng bằng khe Y-âng, khoảng cách giữa hai khe a = 2mm, từ khe đến màn D = 1m, bước sóng ánh sáng là 0,5μm Tại vị trí cách vân trung tâm 0,75mm ta được vân loại gì ? Bậc (thứ) mấy ?

A. Vân sáng, thứ hai. B. Vân tối, thứ hai.

C. Vân sáng, thứ ba. D. Vân tối, thứ ba.

V.8. Trong thí nghiệm giao thoa Y-âng, khoảng cách từ vân sáng bậc 2 đến vân sáng bậc 7 (ở cùng một phía của vân trung tâm) là 4,5mm. Khoảng cách hai khe a = 1mm, khoảng cách đến màn D = 1,5m. Bước sóng ánh sáng là :

A. 0,4μm B. 0,5μm C. 0,6μm D. 0,7μm.

V.9. Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng của Y-âng, hai khe S_1, S_2 cách nhau a = 2mm và cách màn quan sát một khoảng D = 1,2m. Người ta quan sát được 7 vân sáng mà khoảng cách giữa hai vân sáng ngoài cùng là 2,4mm. Nguồn sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm có bước sóng λ là

A. 0,67μm B. 0,76μm C. 0,46μm D. 0,6μm.

.10. Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, người ta dùng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ = 0,6mm. Hai khe cách nhau a = 0,9mm và cách màn quan sát 1,8m. Vân sáng bậc 4 cách vân trung tâm một khoảng là :

A. 3,2mm B. 4mm C. 4,4mm D. 4,8mm.

.11. Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu ánh sáng đơn sắc có λ = 0,75mm. Biết hai khe cách nhau a = 1,5mm và cách màn quan sát D = 2m. M và N là hai điểm trên màn, đối xứng nhau qua vân trung tâm và cách nhau 21mm. Số vân sáng quan sát được trên đoạn MN là :

A. 18 B. 20 C. 21 D. 23.

.12. Tia X được ứng dụng nhiều nhất, là nhờ có :

A. khả năng xuyên qua vải, gỗ, các cơ mềm.

B. tác dụng làm đen phim ảnh.

C. tác dụng làm phát quang nhiều chất.

D. tác dụng hủy diệt tế bào.

.13. Tia X xuyên qua các lá kim loại

A. một cách dễ dàng, như nhau, với mọi kim loại, và mọi tia.

B. càng dễ, nếu bước sóng càng nhỏ.

C. càng dễ, nếu kim loại có nguyên tử lượng càng lớn.

D. càng khó, nếu bước sóng càng nhỏ.

V.14. Máy quang phổ là dụng cụ quang dùng để :

A. tạo quang phổ của một nguồn sáng.

B. đo bước sóng của các bức xạ phát ra từ một nguồn.

C. phân tích một chùm sáng phức tạp thành các phần đơn sắc.

D. quan sát và chụp ảnh quang phổ của các vật.

V.15. Trong máy quang phổ, chùm tia ló ra khỏi lăng kính trong hệ tán sắc trước khi qua thấu kính của buồng tối là :

A. một chùm sáng song song.

B. một chùm tia phân kì có nhiều màu.

C. một tập hợp nhiều chùm tia song song, mỗi chùm có một màu.

D. một chùm tia phân kì màu trắng.

V.16. Ống chuẩn trực của một máy quang phổ có nhiệm vụ :

A. tạo một chùm ánh sáng chuẩn.

B. tạo một số bước sóng ánh sáng chuẩn.

C. hướng ánh sáng từ nguồn phải khảo sát vào lăng kính.

D. tạo một chùm tia sáng song song.

V.17. Thấu kính buồng ảnh (hay buồng tối) của máy quang phổ có nhiệm vụ :

A. tạo một ảnh của nguồn sáng.

B. tạo một ảnh thật của khe sáng ở ống chuẩn trực lên kính ảnh.

C. tạo các vạch quang phổ.

D. hội tụ các chùm sáng đơn sắc ra khỏi lăng kính tại tiêu diện thấu kính

V.18. Nếu chùm tia sáng đưa vào ống chuẩn trực của máy quang phổ là do bón đèn dây tóc nóng sáng phát ra thì quang phổ thu được trong buồng ản thuộc loại nào ?

A. Quang phổ vạch. B. Quang phổ hấp thụ.

C. Quang phổ liên tục. D. Một loại quang phổ khác.

V.19. Khi nói về quang phổ, để hấp thụ được ánh sáng, vật hấp thụ phải có :

A. diện tích bề mặt nhỏ hơn so với vật phát sáng.

B. khối lượng riêng nhỏ hơn so với vật phát sáng.

C. nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ của vật phát sáng.

D. chiết suất lớn hơn chiết suất của vật phát sáng.

V.20. Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về quang phổ ?

A. Quang phổ liên tục của nguồn sáng nào thì phụ thuộc thành phần cấu tạo của nguồn sáng ấy.

B. Mỗi nguyên tố hóa học ở trạng thái khí hay hơi nóng sáng dưới áp suất thấp cho một quang phổ vạch riêng, đặc trưng cho nguyên tố đó.

C. Để thu được quang phổ hấp thụ thì nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải cao hơn nhiệt độ của nguồn sáng phát ra quang phổ liên tục.

D. Quang phổ hấp thụ là quang phổ của ánh sáng do một vật rắn phát ra khi vật đó được nung nóng.

V.21. Tia hồng ngoại ***không có*** tính chất hoặc tác dụng nào sau đây ?

A. Gây ra hiệu ứng quang điện ở một số chất bán dẫn.

B. Tác dụng lên một kim loại kính ảnh đặc biệt gọi là kính ảnh hồng ngoại.

C. Tác dụng nổi bật là tác dụng nhiệt.

D. Làm một số chất phát quang.

V.22. Hai vật rắn, bản chất khác nhau, khi nung nóng thì cho hai quang phổ liên tục

A. hoàn toàn giống nhau.

B. khác nhau hoàn toàn.

C. giống nhau, nếu mỗi vật có nhiệt độ thích hợp.

D. giống nhau, khi chúng có cùng nhiệt độ.

Chương VI. LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

CHUẨN KIẾN THỨC, KĨ NĂNG CẦN ĐẠT

Kiến thức

- Trình bày được thí nghiệm Héc về hiện tượng quang điện và nêu được hiện tượng quang điện là gì.
- Phát biểu được định luật về giới hạn quang điện.
- Nêu được nội dung cơ bản của thuyết lượng tử ánh sáng.
- Nêu được ánh sáng có lưỡng tính sóng – hạt.
- Nêu được hiện tượng quang điện trong là gì.
- Nêu được quang điện trở và pin quang điện là gì.
- Nêu được sự tạo thành quang phổ vạch và phát xạ và hấp thụ của nguyên tử hiđro.
- Nêu được sự phát quang là gì.
- Nêu được laze là gì và một số ứng dụng của laze.

Kĩ năng

Vận dụng được thuyết lượng tử ánh sáng để giải thích định luật về giới hạn quang điện.

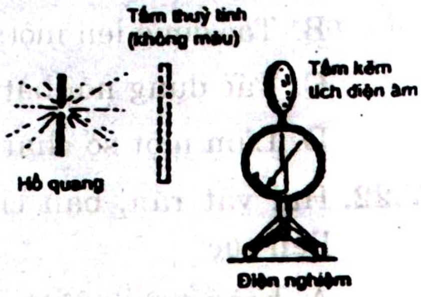
BÀI 18 HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN THUYẾT LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Hiện tượng quang điện

a) Thí nghiệm Héc

Năm 1887 *nhà vật lí người Đức Héc đã làm thí nghiệm* : Chiếu tia tử ngoại (do một hồ quang phát ra, hình 18.1) vào một tấm kẽm ban đầu tích điện âm. Kết quả thí nghiệm cho thấy tấm hãm bị mất điện tích âm. Điều đó chứng tỏ tia tử ngoại đã làm bật các êlectron ra khỏi tấm kẽm.



Hình 18.1

Thay tấm kẽm bằng tấm kim loại khác cũng thấy hiện tượng tương tự xảy ra.

b) *Hiện tượng ánh sáng làm bật các êlectron ra khỏi mặt kim loại gọi là hiện tượng quang điện ngoài*, thường gọi tắt là *hiện tượng quang điện*.

Electron bị bật ra gọi là *quang êlectron* hay *êlectron quang điện*.

c) Nếu chắn chùm sáng hồ quang bằng một tấm thủy tinh dày để ngăn không cho tia tử ngoại của ánh sáng hồ quang chiếu vào tấm kẽm (Hình 18.1) thì êlectron không bị bật ra khỏi tấm kẽm. Như vậy ánh sáng nhìn thấy không gây ra hiện tượng quang điện ở kẽm. Thí nghiệm cho thấy đối với mỗi kim loại, ánh sáng chiếu vào nó (gọi là *ánh sáng kích thích*) phải có bước sóng λ nhỏ hơn một giá trị λ_0 nào đó ($\lambda \leq \lambda_0$) thì hiện tượng quang điện mới xảy ra.

2. Định luật về giới hạn quang điện

"Hiện tượng quang điện chỉ xảy ra khi ánh sáng kích thích chiếu vào kim loại có bước sóng nhỏ hơn hoặc bằng bước sóng λ_0 (λ_0 gọi là *giới hạn quang điện của kim loại*)".

Đối với kẽm $\lambda_0 = 0{,}350\mu m$, với bạc $\lambda_0 = 0{,}260\mu m$, với đồng $\lambda_0 = 0{,}300\mu m$.

Định luật này chỉ có thể giải thích được bằng thuyết lượng tử ánh sáng.

3. Thuyết lượng tử ánh sáng

a) *Giả thuyết lượng tử năng lượng của Plăng*

Lượng năng lượng mà mỗi lần một nguyên tử hay phân tử hấp thụ hay phát xạ có giá trị hoàn toàn xác định, gọi là lượng tử năng lượng. Lượng tử năng lượng, kí hiệu ε*, có giá trị bằng* $\varepsilon = hf$ (f là tần số của ánh sáng bị hấp thụ hay được phát ra; h là hằng số Plăng $h = 6{,}625.10^{-34}$J.s).

b) *Thuyết lượng tử ánh sáng Phôtôn*

+ *Chùm ánh sáng là một chùm các phôtôn (các lượng tử ánh sáng). Mỗi phôtôn có năng lượng xác định* $\varepsilon = hf$ *(f là tần số của sóng ánh sáng tương ứng). Cường độ của chùm sáng tỉ lệ với số phôtôn phát ra trong 1 giây.*
+ *Phân tử, nguyên tử, êlectron... phát xạ hay hấp thụ ánh sáng, cũng có nghĩa là chúng phát xạ hay hấp thụ phôtôn.*
+ *Các phôtôn bay dọc theo tia sáng với tốc độ* $c = 3.10^8$ *m/s trong chân không.*

Năng lượng của mỗi phôtôn rất nhỏ. Một chùm sáng dù yếu cũng chứa rất nhiều phôtôn do rất nhiều nguyên tử, phân tử phát ra. Vì vậy ta nhìn thấy chùm sáng liên tục.

c) *Giải thích định luật về giới hạn quang điện*

Anh-xtanh cho rằng hiện tượng quang điện xảy ra là do êlectron trong kim loại đã hấp thụ phôtôn của ánh sáng kích thích và nhận được toàn bộ năng lượng $\varepsilon = hf$ của phôtôn này. Năng lượng này đã cung cấp cho êlectron *công thoát A* để thoát ra ngoài mặt kim loại. Như vậy muốn cho hiện tượng quang điện xảy ra, phải có $\varepsilon = hf \geq A$, hay $\frac{hc}{\lambda} \geq A$, từ đó $\lambda \leq \frac{hc}{A}$, suy ra *giới hạn quang điện của kim loại* : $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$.

Chú ý : Ngoài việc cung cấp cho êlectron công thoát A, năng lượng ε của phôtôn còn cung cấp cho êlectron bật ra một động năng ban đầu, phần năng lượng còn lại truyền cho mạng tinh thể. Nếu êlectron nằm ngay trên bề mặt tấm kim loại, nó sẽ có *động năng ban đầu cực đại* $\frac{mv_{0max}^2}{2}$.

Theo định luật bảo toàn năng lượng :

$$hf = \frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_{0max}^2}{2}$$ (v_{0max} là tốc độ ban đầu cực đại của êlectron)

(*đó là công thức Anh-xtanh về hiện tượng quang điện*).

4. Lưỡng tính sóng – Hạt của ánh sáng

Có nhiều hiện tượng quang học (như giao thoa, nhiễu xạ) chứng tỏ ánh sáng có tính chất sóng; lại cũng có nhiều hiện tượng quang học khác (như hiện tượng quang điện) chứng tỏ ánh sáng có tính chất hạt. Điều đó cho thấy rằng ánh sáng vừa có tính chất sóng, vừa có tính chất hạt : *ánh sáng có lưỡng tính sóng – hạt.*

5. Ứng dụng của hiện tượng quang điện

Hiện tượng quang điện được ứng dụng trong hoạt động của *tế bào quang điện*. Tế bào quang điện chân không là một bình bằng thạch anh đã hút hết không khí; bên trong bình có hai điện cực : anôt là một vòng dây kim loại, catôt có dạng một chỏm cầu bằng kim loại (hoặc là một lá kim loại mỏng uốn thành nửa hình trụ). Khi nối hai điện cực với một nguồn điện (anôt nối với cực dương) và chiếu vào catôt một chùm ánh sáng có bước sóng ngắn thì xảy ra hiện tượng quang điện và trong mạch có xuất hiện một dòng điện, gọi là *dòng quang điện*, cường độ dòng này phụ thuộc vào hiệu điện thế của nguồn điện. Khi ngắt chùm sáng thì không còn dòng quang điện. Tế bào quang điện được dùng trong các thiết bị báo hiệu bằng ánh sáng, các rơ le quang điện...

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Tính bước sóng của ánh sáng đơn sắc mà mỗi phôtôn của nó có năng lượng là 2,5eV ?

Cho $1eV = 1,6.10^{-19}J$; $h = 6,625.10^{-34}J.s$; $c = 3.10^8$ m/s.

Bài giải

$$\text{Ta có : } \varepsilon = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{\varepsilon} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{2,5.1,6.10^{-19}} = 0,497.10^{-6}m$$

$$\lambda = 0,497\mu m.$$

Ví dụ 2. Tính năng lượng của phôtôn ứng với các bức xạ sau đây :

a) Bức xạ vàng có bước sóng $\lambda = 0,560\mu m$.

b) Bức xạ lam có bước sóng $\lambda = 0,450\mu m$.

Bài giải

a) $\varepsilon = \dfrac{hc}{\lambda} = 6{,}625.10^{-34}\dfrac{3.10^8}{0{,}560.10^{-6}} = 3{,}55.10^{-19}\text{J} = 2{,}22\text{eV}.$

b) $\varepsilon = \dfrac{hc}{\lambda} = 6{,}625.10^{-34}\dfrac{3.10^8}{0{,}450.10^{-6}} = 4{,}42.10^{-19}\text{J} = 2{,}76\text{eV}.$

Ví dụ 3. Một kim loại có giới hạn quang điện $\lambda_0 = 0{,}25\mu\text{m}$. Tìm công thoát êlectron ra khỏi kim loại đó (theo đơn vị eV).

Bài giải

Công thoát của êlectron ra khỏi kim loại :

$$A = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{6{,}625.10^{-34}.3.10^8}{0{,}25.10^{-6}} = 7{,}95.10^{-19}\text{J} = 4{,}97\text{eV}.$$

Ví dụ 4. Một tấm kim loại có giới hạn quang điện là λ_0. Chiếu lần lượt lên tấm đó hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = \dfrac{\lambda_0}{3}$ và $\lambda_2 < \lambda_1$ thì tốc độ ban đầu cực đại của các êlectron bắn ra khác nhau 2 lần. Tính λ_2.

Bài giải

Ta có : $\begin{cases} \dfrac{hc}{\lambda_1} = A + \dfrac{1}{2}mv_1^2 \\ \dfrac{hc}{\lambda_2} = A + \dfrac{1}{2}mv_2^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{hc}{\lambda_1} = A + \dfrac{1}{2}mv_1^2 & (1) \\ \dfrac{hc}{\lambda_2} = A + 4\dfrac{1}{2}mv_1^2 & (2) \end{cases}$

Từ đó $4\dfrac{hc}{\lambda_1} - \dfrac{hc}{\lambda_2} = 3A = 3\dfrac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \dfrac{4}{\lambda_1} - \dfrac{1}{\lambda_2} = \dfrac{3}{3\lambda_1}$

suy ra $\dfrac{3}{\lambda_1} = \dfrac{1}{\lambda_2} \Rightarrow \dfrac{\lambda_1}{\lambda_2} = 3 \Rightarrow \lambda_2 = \dfrac{\lambda_2}{3} = \dfrac{\lambda_0}{9}.$

Ví dụ 5. Một tấm kim loại có giới hạn quang điện là $\lambda_0 = 500\text{nm}$. Biết tốc độ ánh sáng trong chân không và hằng số Plăng lần lượt là 3.10^8 m/s và $6{,}625.10^{-34}$J.s. Chiếu vào tấm kim loại này một bức xạ có tần số $8{,}57.10^{14}$Hz.

a) Tính công thoát của êlectron ra khỏi kim loại.

b) Tính động năng ban đầu cực đại của quang êlectron.

Bài giải

a) Công thoát của êlectron ra khỏi kim loại

$$A = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{6{,}625.10^{-34}.3.10^8}{0{,}500.10^{-6}} = 3{,}975.10^{-19}\text{J}.$$

b) Động năng ban đầu cực đại của quang êlectron :

Công thức Anh-xtanh : $hf = A + W_{\text{d max}}$

$$W_{\text{d max}} = hf - A = 6{,}625.10^{-34}.8{,}57.10^{14} - 3{,}975.10^{-19}$$
$$= 1{,}70.10^{-19}\text{J}.$$

Ví dụ 6. Chiếu ánh sáng đơn sắc bước sóng $\lambda = 0{,}45\mu m$ vào một tấm kim loại có công thoát 2,25eV. Tính tốc độ ban đầu cực đại của các êlectron quang điện. Cho $h = 6{,}625.10^{-34}$J.s; $c = 3.10^{8}$ m/s; $e = 1{,}6.10^{-19}$C.

Bài giải

Từ công thức : $\dfrac{hc}{\lambda} = A + W_{d\,max} \quad \Rightarrow \quad W_{d\,max} = \dfrac{hc}{\lambda} - A = \dfrac{1}{2}mv_{0max}^{2}$

Vận tốc ban đầu cực đại $v_{0max} = \sqrt{\dfrac{2}{m}\left(\dfrac{hc}{\lambda} - A\right)} = 4{,}23.10^{5}$ m/s.

Ví dụ 7. Chiếu ánh sáng có bước sóng 0,32μm vào một quả cầu kim loại, cô lập về điện và nằm xa các vật dẫn khác. Giới hạn quang điện của kim loại là 0,45μm. Tính điện thế cực đại của quả cầu so với đất.

Cho $h = 6.625.10^{-34}$ J.s; $c = 3.10^{8}$ m/s.

Bài giải

Khi chiếu ánh sáng có bước sóng ngắn hơn giới hạn quang điện của kim loại vào quả cầu thì sẽ có êlectron bị bật ra. Quả cầu sẽ tích điện dương. Sô êlectron mà quả cầu bị mất càng nhiều thì điện thế quả cầu càng lớn. Đến khi điện tích của quả cầu không bị thay đổi nữa thì điện thế của quả cầu đạt giá trị cực đại.

Gọi V_{max} và V_{∞} là điện thế cực đại của quả cầu và điện thế của một điể ở vô cực (đất), với $V_{\infty} = 0$. Gọi v_{0max} và v_{∞} là tốc độ ban đầu cực đại và tố độ ở vô cực của êlectron, với $v_{\infty} = 0$.

Áp dụng định lí động năng cho chuyển động của êlectron :

$$e(V_{\infty} - V_{max}) = \frac{1}{2}mv_{\infty}^{2} - \frac{1}{2}mv_{0max}^{2} \quad \Rightarrow \quad V_{max} = \frac{mv_{0max}^{2}}{2e}$$

Mặt khác, ta có : $\dfrac{1}{2}mv_{0max}^{2} = \dfrac{hc}{\lambda} - \dfrac{hc}{\lambda_0} \quad \Rightarrow \quad V_{max} = \dfrac{hc}{e}\left(\dfrac{1}{\lambda} - \dfrac{1}{\lambda_0}\right)$

$$V_{max} = \frac{6{,}625.10^{-34}.3.10^{8}}{1{,}6.10^{-19}}\left(\frac{1}{0{,}32.10^{-6}} - \frac{1}{0{,}45.10^{-6}}\right) \approx 1{,}12\text{V}.$$

Ví dụ 8. Với ε_1, ε_2, ε_3 lần lượt là năng lượng của phôtôn ứng với các bức xạ mà lục, bức xạ tử ngoại và bức xạ hồng ngoại thì :

A. $\varepsilon_2 > \varepsilon_1 > \varepsilon_3$ B. $\varepsilon_2 > \varepsilon_3 > \varepsilon_1$ C. $\varepsilon_1 > \varepsilon_2 > \varepsilon_3$ D. $\varepsilon_3 > \varepsilon_1 > \varepsilon_2$.

Hướng dẫn chọn đáp án

Trong ba bức xạ đã cho : bức xạ tử ngoại có bước sóng ngắn nhất nê năng lượng của phôtôn tương ứng là lớn nhất; bức xạ hồng ngoại có bướ sóng dài nhất nên năng lượng của phôtôn tương ứng là bé nhất.

Chọn A.

Ví dụ 9. Khi nói về thuyết lượng tử ánh sáng, phát biểu nào dưới đây là ***sai*** ?

A. Khi ánh sáng truyền đi, tần số ánh sáng không bị thay đổi và không ph thuộc khoảng cách tới nguồn sáng.

B. Nguyên tử hay phân tử vật chất không hấp thụ hay bức xạ ánh sáng một cách liên tục mà thành từng phần riêng biệt, đứt quãng.

C. Năng lượng của phôtôn ứng với ánh sáng đỏ lớn hơn năng lượng của phôtôn ứng với ánh sáng tím.

D. Mỗi chùm sáng dù rất yếu cũng chứa một số lượng phôtôn rất lớn.

Hướng dẫn chọn đáp án

Phát biểu ***sai*** là : Năng lượng của phôtôn ứng với ánh sáng đỏ lớn hơn năng lượng của phôtôn ứng với ánh sáng tím.

Chọn C.

Ví dụ 10. Khi có hiện tượng quang điện xảy ra trong tế bào quang điện. phát biểu nào sau đây là ***sai*** ?

A. Giữ nguyên chùm sáng kích thích, thay đổi kim loại làm catôt thì động năng ban đầu cực đại của quang êlectron thay đổi.

B. Giữ nguyên cường độ chùm sáng kích thích và kim loại dùng làm catôt, giảm tần số của ánh sáng kích thích thì động năng ban đầu cực đại của quang êlectron giảm.

C. Giữ nguyên tần số của ánh sáng kích thích và kim loại làm catôt, tăng cường độ chùm sáng kích thích thì động năng ban đầu cực đại của quang êlectron tăng.

D. Giữ nguyên cường độ chùm sáng kích thích và kim loại dùng làm catôt, giảm bước sóng của ánh sáng kích thích thì động năng ban đầu cực đại của quang êlectron tăng.

Hướng dẫn chọn đáp án

Động năng ban đầu cực đại của quang êlectron *không phụ thuộc* vào cường độ chùm sáng kích thích. Do đó phát biểu ***sai*** là : Giữ nguyên tần số của ánh sáng kích thích và kim loại làm catôt, tăng cường độ chùm sáng kích thích thì động năng ban đầu cực đại của quang êlectron tăng.

Chọn C.

Ví dụ 11. Chiếu một chùm tia hồng ngoại vào tấm kẽm tích điện âm, hiện tượng nào xảy ra ?

A. tấm kẽm vẫn tích điện âm như lúc đầu.

B. tấm kẽm có điện thế dương.

C. tấm kẽm trở nên trung hòa về điện.

D. tấm kẽm mất dần điện tích âm.

Hướng dẫn chọn đáp án

Tia hồng ngoại có bước sóng lớn hơn bước sóng giới hạn quang điện của kẽm (λ_0 = 0,35μm) nên không xảy ra hiện tượng quang điện. Vì vậy, tấm kẽm vẫn tích điện âm như lúc đầu. *Chọn A.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

18.1. Chiếu ánh sáng có bước sóng λ vào một bản kim loại, cô lập về điện và nằm xa các vật dẫn khác. Giới hạn quang điện của kim loại là 0,275μm. Điện thế cực đại của bản kim loại so với đất là 2,4V.

Cho $h = 6{,}625.10^{-34}$J.s; $c = 3.10^8$ m/s. Tính λ.

18.2. Chiếu một chùm bức xạ mà mỗi phôtôn trong chùm có năng lượng là 8eV vào bề mặt một tấm kim loại thì các quang êlectron bị bật ra có động năng ban đầu cực đại là 2eV. Nếu chiếu chùm bức xạ mà mỗi phôtôn trong chùm có năng lượng là 12eV vào bề mặt tấm nói trên thì các quang êlectron bị bật ra có động năng ban đầu cực đại bằng bao nhiêu ?

18.3. Tia Rơnghen phát ra từ ống Rơnghen có bước sóng ngắn nhất là 8.10^{-11}m. Tính hiệu điện thế giữa hai cực của ống Rơnghen.

Cho $h = 6{,}625.10^{-34}$J.s; $c = 3.10^8$ m/s.

18.4. Tính tần số lớn nhất của bức xạ mà ống Rơnghen phát ra. Coi êlectron bật ra từ catôt có vận tốc ban đầu bằng không. Biết hiệu điện thế giữa hai cực của ống Rơnghen là 12,42kV. Cho $h = 6{,}625.10^{-34}$J; $e = 1{,}6.10^{-19}$C.

18.5. Nguồn sáng đơn sắc với bước sóng 400nm có công suất 1W. Có bao nhiêu phôtôn được bức xạ trong mỗi giây ?

18.6. Chiếu hồ quang điện vào một quả cầu bằng đồng tích điện dương, gắn trên điện nghiệm, hiện tượng nào xảy ra ?

A. Điện tích của quả cầu vẫn như lúc đầu.

B. Điện thế của quả cầu tăng lên.

C. Quả cầu trở nên trung hòa về điện.

D. Quả cầu bị mất dần điện tích.

18.7. Khi bước sóng của chùm ánh sáng kích thích có trị số giảm dần thì các phôtôn chiếu vào bề mặt kim loại có :

A. tốc độ giảm dần. B. năng lượng tăng dần.

C. số lượng tăng dần. D. tần số giảm dần.

18.8. Công thoát êlectron của một kim loại là $A = 7{,}23.10^{-19}$J. Nếu chiếu lần lượt vào kim loại này các bức xạ có tần số $f_1 = 2{,}1.10^{15}$Hz; $f_2 = 1{,}33.10^{15}$Hz; $f_3 = 9{,}375.10^{14}$Hz; $f_4 = 8{,}45.10^{14}$Hz và $f_5 = 6{,}67.10^{14}$Hz. Những bức xạ nào kể trên gây được hiện tượng quang điện ?

Cho $h = 6{,}625.10^{-34}$J.s; $c = 3.10^8$ m/s.

A. f_1, f_3 và f_4 B. f_2, f_3 và f_5 C. f_1 và f_2 D. f_4, f_3 và f_2.

18.9. Trong hiện tượng quang điện, tốc độ ban đầu của các êlectron quang điện bị bật ra khỏi bề mặt kim loại

A. có giá trị từ 0 đến một giá trị cực đại xác định.

B. luôn có hướng vuông góc với bề mặt kim loại.

C. không phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng chiếu vào kim loại đó.

D. phụ thuộc vào cường độ của ánh sáng chiếu vào kim loại đó.

18.10. Khi chiếu lần lượt hai bức xạ có tần số f_1, f_2 (với $f_1 < f_2$) vào một quả cầu kim loại đặt cô lập thì đều xảy ra hiện tượng quang điện với điện thế cực đại của quả cầu lần lượt là V_1, V_2. Nếu chiếu đồng thời hai bức xạ trên vào quả cầu này thì điện thế cực đại của nó là :

A. $(V_1 + V_2)$ B. $|V_1 - V_2|$ C. V_2 D. V_1.

18.11. Tính bước sóng của ánh sáng đơn sắc mà một hạt phôtôn của nó có năng lượng là 2eV ? Cho 1eV = $1,6.10^{-19}$J; h = $6,625.10^{-34}$J.s; c = 3.10^8 m/s.

A. 0,062μm B. 0,621μm C. 6,21μm D. 6,21nm.

18.12. Khi truyền trong chân không, ánh sáng đỏ có bước sóng λ_1 = 640nm, ánh sáng tím có bước sóng λ_2 = 500nm. Cho hai ánh sáng này truyền trong một môi trường trong suốt thì chiết suất tuyệt đối của môi trường đó đối với hai ánh sáng này lần lượt là n_1 = 1,41 và n_2 = 1,44. Khi truyền trong môi trường trong suốt trên, tỉ số năng lượng của phôtôn có bước sóng λ_1 so với năng lượng của phôtôn có bước sóng λ_2 bằng :

A. 1,28 B. 0,78 C. $\frac{47}{48}$ D. $\frac{48}{47}$.

18.13. Giới hạn quang điện của đồng (Cu) là λ_0 = 0,30μm. Biết hằng số Plăng h = $6,625.10^{-34}$J.s và tốc độ truyền ánh sáng trong chân không là c = 3.10^8 m/s. Công thoát của êlectron khỏi bề mặt của đồng là :

A. 8,28eV B. 2,07eV C. 1,03eV D. 4,14eV.

BÀI 19 MẪU NGUYÊN TỬ BO QUANG PHỔ VẠCH CỦA NGUYÊN TỬ HIĐRO

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Mẫu nguyên tử Bo

Năm 1913 khi vận dụng thuyết lượng tử để giải thích sự tạo thành quang phổ vạch của nguyên tử hiđro, nhà vật lí Bo đã bổ sung vào mẫu hành tinh nguyên tử của Rôdopho hai giả thuyết sau đây, về sau được gọi là *hai tiên đề của Bo* về cấu tạo nguyên tử.

a) Tiên đề về trạng thái dừng

Nguyên tử chỉ tồn tại trong một số trạng thái có năng lượng xác định E_n, gọi là các trạng thái dừng. Khi ở trạng thái dừng, nguyên tử không bức xạ.

Trong các trạng thái dừng của nguyên tử, êlectron chỉ chuyển động quanh hạt nhân trên các quỹ đạo có bán kính r_n hoàn toàn xác định, gọi là các *quỹ đạo dừng* : $r_n = n^2 r_0$ (n là số nguyên), $r_0 = 5{,}3.10^{-11}$m, gọi là *bán kính Bo*.

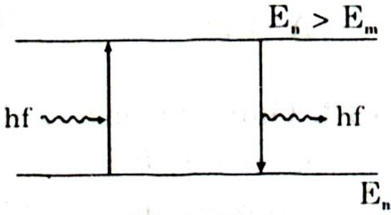
Bình thường, nguyên tử ở trong trạng thái dừng có năng lượng thấp nhất và êlectron chuyển động trên quỹ đạo gần hạt nhân nhất có bán kính r_0. Đó là *trạng thái cơ bản*. Khi hấp thụ năng lượng thì nguyên tử chuyển lên trạng thái dừng có năng lượng cao hơn và êlectron chuyển động trên các quỹ đạo xa hạt nhân hơn. Đó là các *trạng thái kích thích*. Thời gian "sống" trung bình của nguyên tử trong các trạng thái kích thích rất ngắn, chỉ vào cỡ 10^{-8}s; sau đó nó chuyển dần về các trạng thái có năng lượng thấp hơn và cuối cùng về trạng thái cơ bản.

b) *Tiên đề về sự bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử*

Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_n *sang trạng thái dừng có năng lượng* E_m *nhỏ hơn thì nguyên tử phát ra một phôtôn có năng lượng đúng bằng hiệu* $E_n - E_m$: $\varepsilon = hf = E_n - E_m$ *(h là hằng số Plăng, n, m là những số nguyên). Ngược lại, nếu nguyên tử đang ở trạng thái* E_m *mà hấp thụ được một phôtôn có năng lượng hf đúng bằng hiệu* $E_n - E_m$ *thì nó sẽ chuyển sang trạng thái dừng có năng lượng* E_n *lớn hơn.*

Tiên đề này cho thấy : Nếu một chất hấp thụ được ánh sáng có bước sóng nào thì nó cũng có thể phát ra ánh sáng có bước sóng ấy.

Trên hình 19.1 là sơ đồ chuyển trạng thái năng lượng (chuyển mức năng lượng) của nguyên tử khi hấp thụ và khi phát phôtôn.



Hình 19.1

2. Sự tạo thành quang phổ vạch của nguyên tử hiđro

a) Thực nghiệm cho thấy các vạch phát xạ của nguyên tử hiđro sắp xếp thành các dãy khác nhau.

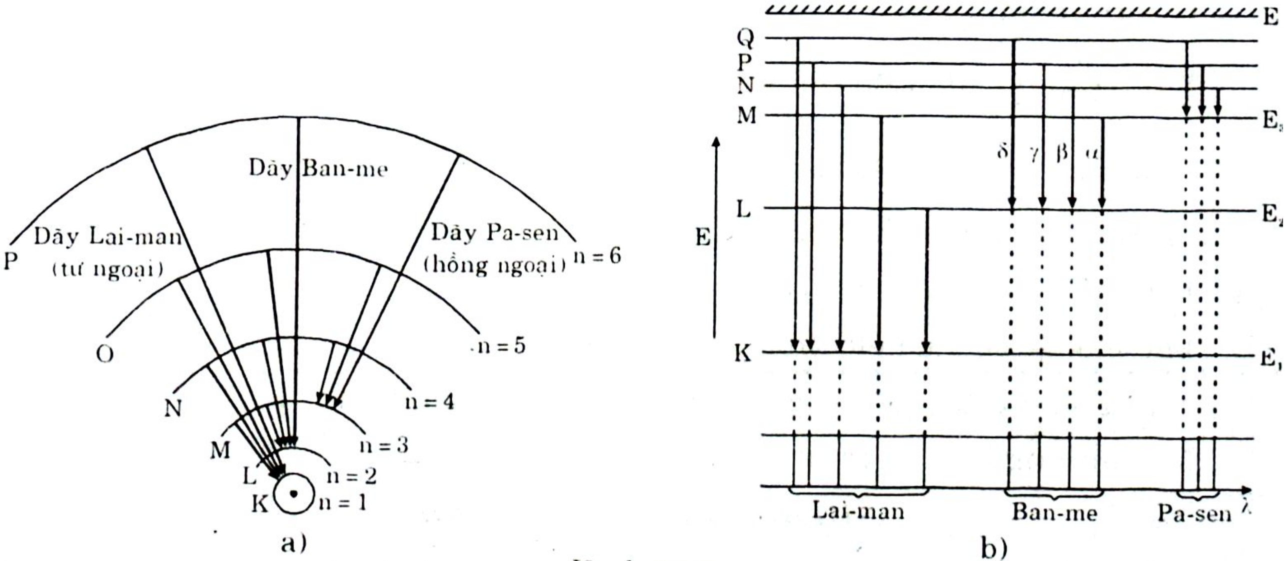
Trong miền tử ngoại có một dãy, gọi là *dãy Lai-man* (Lyman). Dãy thứ hai, gọi là *dãy Ban-me* (Balmer), gồm các vạch nằm trong miền tử ngoại và một số vạch nằm trong miền ánh sáng nhìn thấy là : vạch đỏ H_α ($\lambda_\alpha = 0{,}6563\mu m$), vạch lam H_β ($\lambda_\beta = 0{,}4861\mu m$), vạch chàm H_γ ($\lambda_\gamma = 0{,}4340\mu m$) và vạch tím H_δ ($\lambda_\delta = 0{,}4120\mu m$) (Hình 19.2). Trong miền hồng ngoại có dãy gọi là *dãy Pa-sen* (Paschen).

b) Mẫu nguyên tử Bo giải thích được cấu trúc quang phổ vạch của hiđro cả về định tính lẫn đại lượng.

Khi nhận được năng lượng kích thích, các nguyên tử hiđro chuyển từ trạng thái cơ bản E_1 lên các trạng thái kích thích khác nhau, tức là êlectron chuyển từ quỹ đạo dừng K (gần hạt nhân nhất) ra các quỹ đạo dừng ở phía ngoài. Khi chuyển về trạng thái cơ bản, các nguyên tử hiđro sẽ phát ra các phôtôn (các bức xạ) có tần số khác nhau. Vì vậy, quang phổ của nguyên tử hiđro là quang phổ vạch.

Dãy Lai-man được tạo thành khi êlectron chuyển từ các quỹ đạo dừng bê ngoài về quỹ đạo K : L → K; M → K; N → K... Dãy Ban-me được tạ thành khi êlectron từ các quỹ đạo ở phía ngoài chuyển về quỹ đạo L M → L (vạch đỏ H_α); N → L (vạch lam H_β); O → L (vạch chàm H_γ); P → (vạch tím H_δ). Dãy Pa-sen được tạo thành khi êlectron từ các quỹ đạo phía ngoài chuyển về quỹ đạo M... Kết quả tính toán bước sóng của bố vạch nhìn thấy H_α, H_β, H_γ, H_δ của quang phổ vạch của hiđro là hoàn toà trùng hợp với các kết quả thực nghiệm.

Sơ đồ chuyển quỹ đạo của êlectron và sơ đồ chuyển mức năng lượng củ nguyên tử hiđro khi tạo thành các dãy quang phổ được biểu diễn trê hình 19.2.



Hình 19.2

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Một nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng $E_M = -1,5eV$ sang trạng thái dừng có năng lượng $E_L = -3,4eV$. Tìm bước sóng của bức xạ do nguyên tử đó phát ra.

Cho biết $h = 6,625.10^{-34}J.s$; $c = 3.10^8$ m/s; $1eV = 1,6.10^{-19}J$.

Bài giải

Theo *tiên đề 2* : $\frac{hc}{\lambda_{ML}} = E_M - E_L$

$$\Rightarrow \quad \lambda_{ML} = \frac{E_M - E_L}{hc} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{[-1,5-(-3,4)].1,6.10^{-19}} = 0,654\mu m.$$

Ví dụ 2. Trong quang phổ vạch của hiđro, bước sóng của vạch thứ nhất trong dãy Lai-man là 121,7nm, của vạch thứ nhất của dãy Ban-me là 656,3nm. Tính bước sóng của vạch quang phổ thứ hai trong dãy Lai-man.

Bài giải

Theo sơ đồ hình 19.2, ta có :

$$\varepsilon_{31} = \varepsilon_{32} + \varepsilon_{21} \qquad \Rightarrow \qquad \frac{hc}{\lambda_{31}} = \frac{hc}{\lambda_{32}} + \frac{hc}{\lambda_{21}}$$

$$\Rightarrow \qquad \lambda_{MK} = \frac{\lambda_{ML}\lambda_{LK}}{\lambda_{ML} + \lambda_{LK}} = \frac{121,7.656,3}{121,7 + 656,3} = 102,7\text{nm}.$$

í dụ 3. Biết bán kính quỹ đạo thứ nhất (bán kính Bo) là $r_0 = 5,3.10^{-11}$m. Xác định bán kính quỹ đạo Bo thứ hai, thứ ba của nguyên tử hiđro.

Bài giải

Bán kính các quỹ đạo dùng tăng tỉ lệ với bình phương của các số nguyên liên tiếp : $r_n = n^2 r_0$.

Bán kính quỹ đạo Bo thứ hai : $r_2 = 4r_0 = 4.5,3.10^{-11}\text{m} = 2,12\text{Å}$.

Bán kính quỹ đạo Bo thứ ba : $r_3 = 9r_0 = 9.5,3.10^{-11} = 4,77\text{Å}$.

í dụ 4. Mẫu nguyên tử Bo khác mẫu nguyên tử Rơ-dơ-pho ở điểm nào dưới đây ?

A. Hình dạng quỹ đạo của các êlectron.
B. Lực tương tác giữa êlectron và hạt nhân nguyên tử.
C. Trạng thái dừng là trạng thái có năng lượng ổn định.
D. Mô hình nguyên tử có hạt nhân.

Hướng dẫn chọn đáp án

Điểm khác nhau giữa mẫu nguyên tử Bo với mẫu nguyên tử Rơ-dơ-pho là nguyên tử chỉ tồn tại ở trạng thái dừng có năng lượng xác định. *Chọn C.*

í dụ 5. Bước sóng dài nhất trong dãy Ban-me là 0,6560μm. Bước sóng dài nhất trong dãy Lai-man là 0,1220μm. Bước sóng dài thứ hai của dãy Lai-man là :

A. 0,0528μm B. 0,1029μm C. 0,1112μm D. 0,1211μm.

Hướng dẫn chọn đáp án

Áp dụng *tiên đề 2* của Bo đối với nguyên tử hiđro, ta có :

$$\frac{hc}{\lambda_{21}} = E_2 - E_1 \quad \text{và} \quad \frac{hc}{\lambda_{31}} = \frac{hc}{\lambda_{32}} + \frac{hc}{\lambda_{21}} \qquad \Rightarrow \qquad \lambda_{31} = 0,1029\mu\text{m}.$$

Chọn B.

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

9.1. Tiên đề về sự bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử có nội dung là

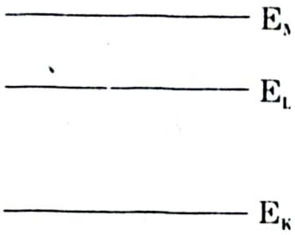
A. Nguyên tử hấp thụ phôtôn, thì chuyển trạng thái dừng.

B. Nguyên tử bức xạ phôtôn, thì chuyển trạng thái dừng.

C. Mỗi khi chuyển trạng thái dừng, nguyên tử bức xạ hoặc hấp th phôtôn có năng lượng đúng bằng độ chênh lệch năng lượng giữa h trạng thái đó.

D. Nguyên tử hấp thụ ánh sáng nào, thì sẽ phát ra ánh sáng đó.

19.2. Có một đám nguyên tử của một nguyên tố mà mỗi nguyên tử có ba mức năng lượng E_K, E_L và E_M như hình 19.3. Chiếu vào đám nguyên tử này một chùm sáng đơn sắc mà mỗi phôtôn trong chùm có năng lượng $\varepsilon = E_M - E_K$. Quang phổ vạch phát xạ của đám nguyên tử trên có bao nhiêu vạch quang phổ ?



Hình 19.3

A. Một vạch B. Hai vạch

C. Ba vạch D. Bốn vạch.

19.3. Bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất trong dãy Lai-man là 122n bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất và thứ hai của dãy Ban-me l 0,656µm và 0,4860µm. Bước sóng của vạch thứ ba trong dãy Lai-man là :

A. 0,0224µm B. 0,4324µm C. 0,0975µm D. 0,3672µm.

19.4. Bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất trong dãy Lai-man là 122nm bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất và thứ hai của dãy Ban-me l 0,6566µm và 0,4860µm. Bước sóng của vạch đầu tiên trong dãy Pa-sen là :

A. 1,8754µm B. 1,3627µm C. 0,9672µm D. 0,7645µm.

19.5. Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về dãy Ban-me ?

A. Dãy Ban-me nằm trong vùng tử ngoại.

B. Dãy Ban-me nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy.

C. Dãy Ban-me nằm trong vùng hồng ngoại.

D. Dãy Ban-me gồm một phần nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy v một phần nằm trong vùng tử ngoại.

19.6. Các vạch quang phổ thuộc dãy Ban-me ứng với sự chuyển của êlectron t các quỹ đạo ngoài về

A. quỹ đạo K B. quỹ đạo L C. quỹ đạo M D. quỹ đạo O.

19.7. Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về dãy Lai-man ?

A. Dãy Lai-man nằm trong vùng tử ngoại.

B. Dãy Lai-man nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy.

C. Dãy Lai-man nằm trong vùng hồng ngoại.

D. Dãy Lai-man gồm một phần nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy và một phần nằm trong vùng tử ngoại.

19.8. Hai vạch quang phổ có bước sóng dài nhất của dãy Lai-man có bước sóng lần lượt là $\lambda_1 = 0,1216\mu m$ và $\lambda_2 = 0,1026\mu m$. Bước sóng dài nhất của vạch quang phổ của dãy Ban-me là :

A. 0,5875µm B. 0,6566µm C. 0,6873µm D. 0,5672µm.

BÀI 20 HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN TRONG SỰ PHÁT QUANG. LAZE

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Hiện tượng quang điện trong

a) ***Hiện tượng quang điện trong*** *là hiện tượng tạo thành các êlectron dẫn và lỗ trống trong bán dẫn do tác dụng của ánh sáng có bước sóng thích hợp.*

- Khi bán dẫn tinh khiết được chiếu sáng bằng chùm ánh sáng có bước sóng thích hợp, thì một số êlectron liên kết trong bán dẫn có thể bứt ra khỏi các nguyên tử bán dẫn và chuyển động tự do trong khối bán dẫn đó. Đồng thời có một số lượng như vậy các lỗ trống được tạo ra và tham gia vào quá trình dẫn điện.
- Muốn gây ra được hiện tượng quang điện trong, ánh sáng kích thích phải có bước sóng nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn quang điện của bán dẫn. Giới hạn quang điện λ_0 của nhiều bán dẫn nằm trong miền bức xạ hồng ngoại. Chẳng hạn, Ge có $\lambda_0 = 1{,}88\mu m$; Si có $\lambda_0 = 1{,}11\mu m$; PbS có $\lambda_0 = 4{,}14\mu m$; Cds có $\lambda_0 = 0{,}90\mu m$; PbSe có $\lambda_0 = 5{,}65\mu m$.

b) ***Hiện tượng quang dẫn*** *là hiện tượng giảm điện trở suất, tức là tăng độ dẫn điện của bán dẫn khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào.*

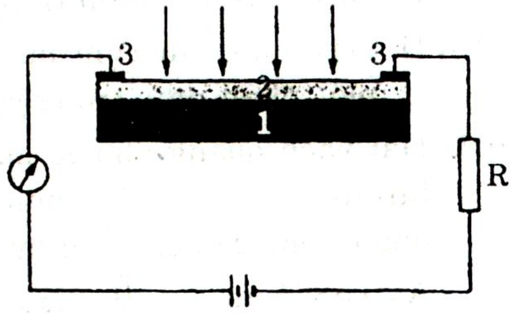
Hiện tượng quang dẫn được giải thích dựa trên hiện tượng quang điện trong : Khi bán dẫn (như Si, Ge, CdS, CdSe, PbSe, PbS...) được chiếu bằng chùm ánh sáng có bước sóng thích hợp thì có thêm êlectron dẫn và lỗ trống được tạo thành. Do đó, mật độ hạt tải điện trong bán dẫn tăng, độ dẫn điện của bán dẫn tăng, tức là điện trở suất của nó giảm. Cường độ ánh sáng chiếu vào bán dẫn càng mạnh thì điện trở suất của bán dẫn càng nhỏ.

Người ta thường nói các bán dẫn đó có *tính quang dẫn* và các bán dẫn đó còn được gọi là *chất quang dẫn*.

2. Quang điện trở. Pin quang điện

Hiện tượng quang điện trong được ứng dụng trong quang điện trở và pin quang điện.

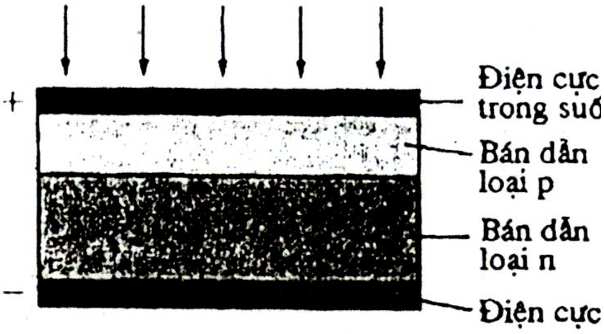
a) ***Quang điện trở*** (Hình 20.1) gồm một lớp bán dẫn mỏng (2) (như chì sunfua, cađimi sunfua... dày chừng 20 ÷ 30μm) phủ lên trên một đế cách điện (1) ((3) là các điện cực). Quang điện trở thường được lắp với các mạch khuếch đại trong các thiết bị điều khiển bằng ánh sáng,



Hình 20.1

trong các máy đo ánh sáng. Trên hình 20.1 là mạch điện dùng qua điện trở.

b) Pin quang điện là nguồn điện trong đó quang năng được biến đổi tr tiếp thành điện năng.



Hình 20.2

Cấu tạo của pin quang điện gồm một tấm bán dẫn loại n, bên trên có phủ một lớp mỏng bán dẫn loại p. Mặt trên cùng là một lớp kim loại mỏng trong suốt với ánh sáng và dưới cùng là một đế kim loại (Hình 20.2). Các lớp kim loại này đóng vai trò các điện cực. Lớp tiếp xúc p – n được hình thành giữa hai bán dẫn.

Khi chiếu ánh sáng có bước sóng thích hợp ($\lambda \leq \lambda_0$) vào lớp kim loại mỏ ở trên cùng thì ánh sáng sẽ đi xuyên qua lớp này vào lớp bán dẫn loại gây ra hiện tượng quang điện trong và giải phóng ra các cặp êlectron lỗ trống. Điện trường ở lớp chuyển tiếp p – n đẩy các lỗ trống về ph bán dẫn loại p và đẩy êlectron về phía bán dẫn loại n. Do đó, lớp ki loại mỏng trên lớp bán dẫn loại p sẽ nhiễm điện dương và trở thành điệ cực dương của pin, còn đế kim loại dưới bán dẫn loại n sẽ nhiễm điện â và trở thành điện cực âm. Suất điện động của pin quang điện thường giá trị từ 0,5V đến 0,8V. Pin quang điện thường được dùng trong máy tín bỏ túi, vệ tinh nhân tạo...

3. Sự phát quang

Sự phát quang là một dạng phát ánh sáng rất phổ biến trong tự nhiê (phát sáng của đom đóm, phát sáng của phôtpho bị oxi hóa trong khôn khí...). Một số chất (ở thể rắn, lỏng hoặc khí) khi hấp thụ năng lượn dưới một dạng nào đó thì có khả năng phát ra các bức xạ điện từ tron vùng ánh sáng nhìn thấy.

a) *Sự phát quang có hai đặc điểm quan trọng* : mỗi chất phát quang có mộ quang phổ đặc trưng cho nó; sau khi ngừng kích thích, sự phát quang củ một số chất còn tiếp tục kéo dài thêm một khoảng thời gian nào đó, r mới ngừng hẳn. Khoảng thời gian này gọi là *thời gian phát quang*, có th kéo dài từ 10^{-10}s đến vài ngày.

b) *Hiện tượng quang phát quang* là hiện tượng một chất có khả năng hấ thụ ánh sáng kích thích có bước sóng này để phát ra ánh sáng có bướ sóng khác.

Có hai loại quang phát quang (tùy thuộc thời gian phát quang của nó) l huỳnh quang và lân quang.

- *Huỳnh quang* là sự phát quang có thời gian phát quang ngắn (dưới 10^{-8}s Nghĩa là ánh sáng phát quang hầu như tắt ngay sau khi tắt ánh sán kích thích. Nó thường xảy ra với chất lỏng và chất khí.

- *Lân quang* là sự phát quang có thời gian phát quang dài hơn 10^{-8}s. Nó thường xảy ra với chất rắn. Các chất rắn phát quang loại *này gọi là chất* lân quang.

  Các loại sơn vàng, xanh, đỏ... trên một số biển báo giao thông, hoặc ở đầu các cọc chỉ giới đường có thể là chất lân quang có thời gian phát quang kéo dài khoảng vài phần mười giây.

- ***Định luật Xtốc về sự phát quang :*** *Ánh sáng phát quang có bước sóng λ' dài hơn bước sóng λ của ánh sáng kích thích : $\lambda' > \lambda$.*

  Có thể giải thích định luật này dựa vào thuyết lượng tử ánh sáng : mỗi nguyên tử hay phân tử của chất phát quang hấp thụ hoàn toàn một phôtôn của ánh sáng kích thích có năng lượng hf để chuyển sang trạng thái kích thích. Khi ở trong trạng thái kích thích, nguyên tử hay phân tử này có thể va chạm với các nguyên tử hay phân tử khác và mất một phần năng lượng. Do đó, khi trở về trạng thái cơ bản nó sẽ phát ra một phôtôn có năng lượng hf' nhỏ hơn : hf' < hf, suy ra $\lambda' > \lambda$.

c) Ngoài hiện tượng quang phát quang còn có các hiện tượng phát quang khác, như hóa phát quang (ở con đom đóm), phát quang catôt (ở màn hình tivi, máy tính), điện phát quang (ở đèn LED)...

d) Các loại hiện tượng phát quang có rất nhiều ứng dụng trong khoa học, kĩ thuật và đời sống, như sử dụng trong các đèn ống để thắp sáng, trong các màn hình của tivi, máy tính, dao động kí điện tử, sử dụng sơn phát quang quét trên các biển báo giao thông... (Thành trong các đèn ống thông dụng có phủ một lớp bột phát quang; lớp bột này sẽ phát quang ánh sáng trắng khi bị kích thích bởi ánh sáng giàu tia tử ngoại do hơi thủy ngân trong đèn phát ra lúc có sự phóng điện qua nó).

4. Laze

Laze là một loại nguồn sáng mới, phát ra chùm ánh sáng có tính chất đặc biệt gọi là *tia laze*.

a) ***Tia laze*** có đặc điểm khác hẳn với các chùng sáng thông thường :

- Tia laze có tính đơn sắc rất cao (độ sai lệch tương đối $\frac{\Delta f}{f}$ của tần số ánh sáng do laze phát ra chỉ bằng 10^{-15}).
- Tia laze là chùm sáng kết hợp (các phôtôn trong chùm có cùng tần số và cùng pha).
- Tia laze là chùm sáng song song.
- Tia laze có cường độ lớn.

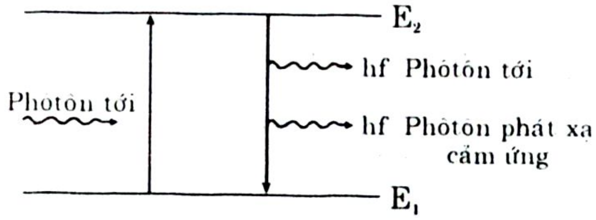
  Như vậy có thể xem *laze là một nguồn sáng phát ra chùm sáng song song, kết hợp, có tính đơn sắc rất cao và có cường độ lớn (trên 10^6 W/cm^2).*

- Laze là thuật ngữ phiên âm từ tiếng Anh LASER, đó là từ ghép của các chữ cái đầu tiên của cụm từ tiếng Anh "Light Amplification by Stinulated Emission of Radiation", có nghĩa là sự khuếch đại ánh sáng bằng phát xạ cảm ứng (còn gọi là phát xạ kích thích).

b) *Nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của laze* dựa vào sự phát xạ cảm ứng tạo ra sự đảo mật độ (môi trường hoạt tính) và hộp cộng hưởng quang học.

- *Phát xạ cảm ứng*

Lí thuyết về phát xạ cảm ứng (hay phát xạ kích thích) do Anh-xtanh đề xướng năm 1917, có nội dung như sau : Nếu một nguyên tử đang ở trạng thái kích thích, sẵn sàng phát ra một phôtôn có năng lượng ε = hf, bắt gặp một phôtôn có năng lượng ε' đúng bằng hf, bay lướt qua nó, thì lập tức nguyên tử đó cũng phát ra phôtôn ε, có cùng năng lượng và bay cùng phương với phôtôn ε'. Hai sóng điện từ ứng với hai phôtôn ε và ε' là hai sóng kết hợp. Nhờ đó có thể tạo ra chùm sáng song song có cường độ mạnh gồm các phôtôn kết hợp (Hình 20.3).

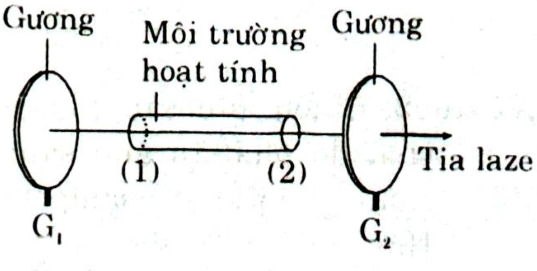


Hình 20.3. Sự phát xạ cảm ứng

- *Môi trường hoạt tính*

Trong điều kiện bình thường, số nguyên tử ở mức năng lượng cao E_2 (ở trạng thá kích thích) luôn có mật độ nhỏ hơn ở mức thấp E_1. Thế nhưng, trong những điều kiện đặc biệt, có thể tạo ra sự *đảo mật độ*, nghĩa là mức trên lại chứa nhiều nguyên tử hơn mức dưới. Môi trường có sự đảo mật độ như vậy gọi là *môi trường hoạt tính*. Nó có đặc điểm sau đây : Một phôtôn có tần số f gây ra bức xạ cảm ứng Kết quả là ta có hai phôtôn kết hợp có cùng tần số f (phôtôn ban đầu và phôtôn phát xạ cảm ứng) (hình 20.4); hai phôtôn này lại gây ra bức xạ cảm ứng, sinh ra bốn phôtôn kết hợp... Vì mật độ nguyên tử ở mức năng lượng cao E_2 rất lớn, nên trong một thời gian ngắn, có rất nhiều nguyên tử chuyển xuống mức E_1, và do đó, số phôtôn kết hợp được tạo ra rất lớn. Kết quả là, chùm sáng không những không bị môi trường hấp thụ, mà trái lại được khuếch đại lên.

- Sự khuếch đại như thế lại càng được nhân lên, nếu ta làm cho các phôtôn kết hợp đi lại nhiều lần trong môi trường, bằng cách bố trí hai gương song song ở hai đầu, trong đó có một gương (gương G_2) là bán mạ (cho khoảng 50% cường độ chùm sáng tới truyền qua nó) (Hình 20.4), hình thành *hộp cộng hưởng quang học*, tạo ra chùm phôtôn rất mạnh cùng pha. (Khoảng cách giữa hai gương thỏa mãn điều kiện cộng hưởng).



Hình 20.4. Sơ đồ nguyên tắc cấu tạo của laze

Sau khi phản xạ một số lần lên hai gương, phần lớn phôtôn sẽ đi qua g bán mạ và tạo thành tia laze.

c) *Có 3 loại laze chính* : laze khí (như laze He – Ne, laze CO_2, laze Ar, laze N_2...); laze rắn (laze rubi, laze thủy tinh pha neođim...), laze bán dẫn (như laze Ga – Al – As...).

d) *Laze được ứng dụng rộng rãi trong rất nhiều lĩnh vực, chẳng hạn :*

- Tia laze có ưu thế đặc biệt trong thông tin liên lạc (như truyền thông tín bằng cáp quang, vô tuyến định vị, điều khiển tàu vũ trụ...).

- Tia laze được dùng như dao mổ trong các phẫu thuật tinh vi (phẫu thuật mắt, mạch máu...), chữa bệnh ngoài da...
- Tia laze được dùng trong các đầu đọc đĩa CD, bút trỏ bảng.
- Tia laze dùng để khoan, cắt, tôi... chính xác... các vật liệu trong công nghiệp.

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Người ta dùng một thiết bị laze có công suất 10W để thực hiện vi phẩu. Khi tia laze chiếu vào một điểm trên mô mềm sẽ làm cho nước của phần mô ở điểm đó bốc hơi và mô bị cắt.

a) Tính nhiệt lượng cần thiết để làm bốc hơi $1mm^3$ nước ở 37^oC.

b) Tính thể tích nước mà tia laze có thể làm bốc hơi trong 1s.

Nhiệt dung riêng của nước : c = 4,18 kJ/(kg.K); nhiệt hóa hơi riêng của nước : L = 2260 kJ/kg.

Bài giải

a) Nhiệt lượng cần thiết để làm bốc hơi $1mm^3$ nước ở 37^oC :

$$Q = mc(100 - 37) + mL$$
$$= 1.10^{-6}.4180.63 + 1.10^{-6}.2260.10^3 = 2{,}52J.$$

b) Nhiệt lượng mà vùng mô bị chiếu nhận được từ tia laze trong 1s :

$$Q' = \mathscr{P}t = 10.1 = 10J.$$

Thể tích nước bốc hơi trong 1s :

$$V' = \frac{Q'}{Q} = \frac{10}{2{,}52} = 3{,}97mm^3.$$

Ví dụ 2. Chiếu ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,30μm vào một chất thì thấy chất đó phát ra ánh sáng có bước sóng 0,50μm. Cho rằng công suất của chùm sáng phát quang chỉ bằng 0,01 công suất của chùm sáng kích thích. Hãy tính tỉ số giữa số phôtôn ánh sáng kích thích và số phôtôn chất đó phát ra.

Bài giải

Gọi n_0 là số phôtôn ánh sáng kích thích đi đến chất phát quang trong một giây là : $n_0 = \frac{W_0}{\varepsilon_0}$; n là số phôtôn của chùm sáng phát quang phát ra trong một giây là : $n = \frac{W}{\varepsilon}$. Theo đề bài $W = 0{,}01W_0$.

Từ đó : $$H = \frac{n}{n_0} = \frac{\frac{W}{\varepsilon}}{\frac{W_0}{\varepsilon'}} = \frac{W}{W_0} \cdot \frac{\varepsilon'}{\varepsilon}$$

$$H = 0{,}01.\frac{\dfrac{hc}{\lambda'}}{\dfrac{hc}{\lambda}} = 0{,}01.\frac{\lambda}{\lambda'} = 0{,}01.\frac{0{,}3}{0{,}5} = 0{,}6\%.$$

Ví dụ 3. Kí hiệu các màu như sau : (1) Màu cam, (2) Màu lam, (3) Màu tím, (4) Màu lục.

Một chất phát quang phát ra ánh sáng màu vàng. Khi chiếu ánh sáng nào kể trên vào chất đó thì ***không thể*** xảy ra hiện tượng phát quang ?

A. (1) B. (2) và (3) C. (3) và (4) D. (1) và (2).

Hướng dẫn chọn đáp án

Ta có $\lambda_{cam} > \lambda_{vang}$. Vì vậy theo định luật Xtốc $\lambda' > \lambda$ nên không thể xảy ra hiện tượng chất phát quang phát ra ánh sáng màu vàng khi chiếu vào nó ánh sáng màu cam. *Chọn A.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

20.1. Người ta dùng một thiết bị phát tia laze để đo khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trăng. Chiếu tia laze dưới dạng những xung ánh sáng về phía Mặt Trăng. Người ta đo được khoảng thời gian giữa thời điểm phát và thời điểm nhận xung phản xạ ở một máy thu đặt ở Trái Đất là 2,667s. Thời gian kéo dài của một xung là $t_0 = 1.10^{-7}$s.

Biết $c = 3.10^8$ m/s; $h = 6{,}625.10^{-34}$J.s.

a) Tính khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trăng.

b) Tính công suất của chùm laze, biết năng lượng của mỗi xung ánh sáng là $W_0 = 10$kJ.

20.2. Phát biểu nào sau đây là ***đúng*** khi nói về hiện tượng quang dẫn ?

A. Trong hiện tượng quang dẫn, êlectron được giải phóng khỏi khối bán dẫn.

B. Đó là hiện tượng giảm mạnh điện trở của chất bán dẫn khi được chiếu sáng bằng ánh sáng thích hợp.

C. Ứng dụng quan trọng nhất của hiện tượng quang dẫn là tạo ra đèn ống.

D. Chỉ xảy ra khi ánh sáng kích thích có bước sóng nhỏ hơn ánh sáng nhìn thấy.

0.3. Phát biểu nào sau đây là ***sai*** khi nói về quang điện trở ?

A. Quang điện trở có thể dùng thay thế cho tế bào quang điện.

B. Quang điện trở là điện trở có giá trị không thay đổi theo nhiệt độ.

C. Phần quan trọng tâm nhất của quang điện trở là lớp bán dẫn có gắn hai điện cực.

D. Quang điện trở là một điện trở mà giá trị của nó thay đổi theo nhiệt độ.

20.4. Pin quang điện hoạt động dựa vào nguyên tắc nào ?

A. Hiện tượng ion hóa trong chất bán dẫn.

B. Sự tạo thành hiệu điện thế giữa hai đầu của một dây kim loại.

C. Hiện tượng quang điện trong.

D. Sự tạo thành hiệu điện thế tiếp xúc giữa hai kim loại.

20.5. Ánh sáng huỳnh quang và ánh sáng lân quang có cùng tính chất nào sau đây ?

A. Có tần số nhỏ hơn tần số của ánh sáng kích thích.

B. Đều do chất rắn bị kích thích phát ra.

C. Do các tinh thể phát ra, khi được kích thích bằng ánh sáng có bướ sóng ngắn.

D. Đều tồn tại trong khoảng thời gian dài hơn 10^{-8}s.

20.6. Kí hiệu các tính chất sau : (1) Công suất rất lớn; (2) Cường độ rất lớn (3) Tính kết hợp rất cao; (4) Tính đơn sắc rất cao.

Laze có tính chất nào kể trên ?

A. (1) và (4) B. (2) và (3) C. (2), (3) và (4) D. (1), (3) và (4).

20.7. Sự phát sáng của nguồn sáng nào dưới đây là sự phát quang ?

A. Bóng đèn xe máy B. Hòn than hồng

C. Đèn LED D. Đèn pha của ôtô.

20.8. Trong hiện tượng quang phát quang, có sự hấp thụ ánh sáng là để :

A. làm giảm điện trở của vật.

B. làm vật nóng lên và phát sáng.

C. kích thích cho vật phát sáng.

D. làm tăng nội năng lượng của vật.

20.9. Ánh sáng phát quang của một chất có bước sóng 0,45μm. Hỏi nếu chiếu và chất đó ánh sáng có bước sóng nào dưới đây thì nó sẽ không phát quang ?

A. 0,35μm B. 0,40μm C. 0,44μm D. 0,50μm.

ÔN TẬP CHƯƠNG VI

VI.1. Công thoát của đồng là 4,7eV. Ánh sáng chiếu đến bề mặt tấm đồng c bước sóng bằng bao nhiêu thì sẽ gây ra hiện tượng quang điện ?

VI.2. Giới hạn quang điện của một kim loại là 5200Å. Tính công thoát cu kim loại này theo đơn vị jun và êlectron-vôn.

VI.3. Chiếu bức xạ tử ngoại vào tấm kim loại. Dùng màn chắn tách ra mộ chùm hẹp các êlectron cho bay vào trong từ trường đều theo hướng vuôn góc với đường sức từ. Biết độ lớn của cảm ứng từ B là $1,42.10^{-5}$T. Tốc đ của quang êlectron khi nó bắt đầu bay vào từ trường là $0,5.10^6$ m/s. Tính bán kính cực đại của quỹ đạo của êlectron.

VI.4. Chiếu một chùm bức xạ đơn sắc có bước sóng 0,20μm vào một tấm kim loại, đặt cô lập về điện. Giới hạn quang điện của kim loại là 0,30μm Tính điện thế cực đại mà tấm kim loại đạt được so với đất.

VI.5. Hiệu điện thế giữa hai cực của một ống Rơnghen là 15kV. Giả sử êlectron bật ra từ catôt có tốc độ ban đầu bằng không thì bước sóng ngắn nhất của tia X mà ống Rơnghen có thể phát ra là bao nhiêu ?

VI.6. Một ống Rơnghen phát ra bức xạ có bước sóng ngắn nhất là $6,21.10^{-11}$m. Bỏ qua động năng ban đầu của êlectron. Tính hiệu điện thế giữa anôt và catôt của ống Rơnghen.

VI.7. Năng lượng ion hóa của nguyên tử là 13,6eV. Vạch đỏ trong quang phổ hiđro ứng với bước sóng $\lambda_{\text{đỏ}}$ = 0,656μm. Hãy tính bước sóng ngắn nhất ứng với các vạch trong dãy Lai-man và trong dãy Ban-me.

VI.8. Các vạch quang phổ trong dãy Ban-me của nguyên tử hiđro ứng với các bước sóng sau : $\lambda_{\text{đỏ}}$ = 0,656μm (vạch đỏ)

λ_{lam} = 0,486μm (vạch lam)

$\lambda_{\text{chàm}}$ = 0,434μm (vạch chàm)

$\lambda_{\text{tím}}$ = 0,410μm (vạch tím).

Hãy tính bước sóng ứng với ba vạch quang phổ đầu tiên trong dãy Pa-sen (vùng hồng ngoại) của nguyên tử hiđro.

VI.9. Công thoát êlectron khỏi mặt kim loại canxi là 2,76eV. Giới hạn quang điện của kim loại này là

A. 0,36μm B. 0,66μm C. 0,72μm D. 0,45μm.

VI.10. Để gây ra hiện tượng quang điện với kim loại có công thoát êlectron là 1,88eV thì ánh sáng kích thích phải có tần số tối thiểu bằng bao nhiêu ?

A. $1,45.10^{14}$Hz B. $4,04.10^{14}$Hz C. $4,54.10^{14}$Hz D. $2,54.10^{14}$Hz.

VI.11. Giới hạn quang điện của một kim loại làm catôt của tế bào quang điện là λ_0 = 500nm. Chiếu vào catôt của tế bào quang điện này bức xạ có bước sóng λ = 350nm, thì động năng ban đầu cực đại của quang êlectron là :

A. 0,625eV B. 1,063eV C. 6,250eV D. 1,625eV.

VI.12. Năng lượng ion hóa nguyên tử hiđro là 13,6eV. Tần số lớn nhất của bức xạ mà nguyên tử có thể phát ra là :

A. $0,33.10^{15}$Hz B. $3,3.10^{15}$Hz C. $6,6.10^{15}$Hz D. $1,33.10^{15}$Hz.

VI.13. Trong quang phổ vạch của hiđro, bước sóng của vạch thứ nhất trong dãy Lai-man ứng với sự chuyển của êlectron từ quỹ đạo L về quỹ đạo K là 121,7nm, vạch thứ nhất của dãy Ban-me ứng với sự dịch chuyển từ quỹ đạo M → L là 656,3nm. Bước sóng của vạch quang phổ thứ hai trong dãy Lai-man ứng với sự chuyển từ quỹ đạo M → K bằng :

A. 0,5346μm B. 0,7780μm C. 102,7nm D. 389nm.

I.14. Trong quang phổ vạch phát xạ của nguyên tử hiđro, dãy Ban-me có :

A. bốn vạch thuộc miền ánh sáng nhìn thấy là H_α, H_β, H_γ, H_δ, các vạch còn lại thuộc miền hồng ngoại.

B. bốn vạch thuộc miền ánh sáng nhìn thấy là H_α, H_β, H_γ, H_δ, các vạch còn lại thuộc miền tử ngoại.

C. tất cả các vạch đều nằm trong miền tử ngoại.

D. tất cả các vạch đều nằm trong miền hồng ngoại.

I.15. Trong quang phổ của nguyên tử hiđro, bước sóng dài nhất của vạch quang phổ trong dãy Lai-man là $\lambda_1 = 0,122\mu m$ và bước sóng của vạch kề với nó trong dãy này là $\lambda_2 = 0,103\mu m$ thì bước sóng λ_α của vạch quang phổ H_α trong dãy Ban-me là :

A. $(\lambda_1 + \lambda_2)$ B. $\dfrac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}$ C. $(\lambda_1 - \lambda_2)$ D. $\dfrac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$.

I.16. Dãy Pa-sen trong quang phổ của nguyên tử hiđro, được tạo thành khi êlectron chuyển từ quỹ đạo ngoài về quỹ đạo

A. K B. L C. M D. N.

I.17. Trong hiện tượng quang phát quang, sự hấp thụ hoàn toàn một phôtôn sẽ dẫn đến kết quả là :

A. làm phát ra một phôtôn khác có tần số nhỏ hơn.

B. tạo ra một êlectron liên kết.

C. tạo ra một cặp êlectron và lỗ trống.

D. tạo ra một êlectron tự do.

VI.18. Một chất phát quang có khả năng phát ra ánh sáng màu xanh lục khi được kích thích phát sáng. Hỏi khi chiếu vào chất đó ánh sáng đơn sắc nào dưới đây thì chất đó sẽ phát quang ?

A. Lục B. Vàng C. Da cam D. Đỏ.

VI.19*. Nguyên tắc hoạt động của laze là :

A. Dựa trên sự phát xạ phôtôn dưới tác dụng của ánh sáng kích thích.

B. Sử dụng hiện tượng phát xạ cảm ứng.

C. Dựa trên sự phát xạ êlectron từ nguyên tử bị cảm ứng bởi tác động của ánh sáng kích thích.

D. Sử dụng hiện tượng cảm ứng điện từ.

Chương VII. HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

CHUẨN KIẾN THỨC, KĨ NĂNG CẦN ĐẠT

Kiến thức

- Nêu được lực hạt nhân là gì và các đặc điểm của lực hạt nhân.
- Viết được hệ thức Anh-xtanh giữa khối lượng và năng lượng.
- Nêu được độ hụt khối và năng lượng liên kết của hạt nhân là gì.
- Nêu được phản ứng hạt nhân là gì.
- Phát biểu được các định luật bảo toàn số khối, điện tích, động lượng v năng lượng toàn phần trong phản ứng hạt nhân.
- Nêu được hiện tượng phóng xạ là gì.
- Nêu được thành phần và bản chất của các tia phóng xạ.
- Viết được hệ thức của định luật phóng xạ.
- Nêu được một số ứng dụng của các đồng vị phóng xạ.
- Nêu được phản ứng phân hạch là gì.
- Nêu được phản ứng dây chuyền là gì và nêu được các điều kiện để pha ứng dây chuyền xảy ra.
- Nêu được phản ứng nhiệt hạch là gì và nêu được điều kiện để phản ứn nhiệt hạch xảy ra.
- Nêu được những ưu việt của năng lượng phản ứng nhiệt hạch.

Kĩ năng

Vận dụng được hệ thức của định luật phóng xạ để giải một số bài tập đơ giản.

BÀI 21 CẤU TẠO HẠT NHÂN. ĐỘ HỤT KHỐI NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT HẠT NHÂN

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Cấu tạo hạt nhân

a) Hạt nhân nguyên tử được cấu tạo từ các *prôtôn* (kí hiệu p) và *nơtron* (k hiệu n), gọi chung là *nuclôn*. Prôtôn mang điện tích nguyên tố dương + và có khối lượng $m_p = 1{,}67262.10^{-27}$kg, và nơtron không mang điện, c khối lượng $m_n = 1{,}67493.10^{-27}$kg.

- Số prôtôn bằng *nguyên tử số Z* (là số thứ tự của nguyên tố trong Bảng tuần hoàn). Số nơtron N bằng N = A – Z, A là *số khối*. Bán kính hạt nhân R tăng chậm theo số khối A : $R = R_0A^{1/3}$, với $R_0 = (1,2 \div 1,5).10^{-15}$m.
- ***Kí hiệu hạt nhân*** của nguyên tố có kí hiệu hóa học X : ${}_{Z}^{A}X$.

  Ví dụ ${}_{1}^{1}H$, ${}_{6}^{12}C$...; để cho gọn có khi chỉ ghi ${}^{12}C$, ${}^{23}Na$, hoặc ghi C12, Na23. Người ta cũng kí hiệu êlectron là ${}_{-1}^{0}e$, pôzitron (êlectron dương) là ${}_{+1}^{0}e$.

b) ***Đồng vị*** *là những nguyên tử mà hạt nhân chứa cùng số prôtôn Z* (có cùng vị trí trong Bảng tuần hoàn) *nhưng có số nơtron N khác nhau.*

Hầu hết các nguyên tố trong tự nhiên đều là hỗn hợp của nhiều đồng vị. Hiđro có 3 đồng vị : hiđro thường (${}_{1}^{1}H$), hiđro nặng hay đơteri (${}_{1}^{2}H$ hay ${}_{1}^{2}D$) và hiđro siêu nặng hay triti (${}_{1}^{3}H$ hay ${}_{1}^{3}T$). Có hai loại đồng vị : *đồng vị bền* và *đồng vị không bền.*

c) Trong vật lí hạt nhân, khối lượng thường được đo bằng *đơn vị khối lượng nguyên tử*, kí hiệu u. u có trị số bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng nguyên tử của đồng vị cacbon ${}_{6}^{12}C$: $1u = 1,66055.10^{-27}$kg. (Đơn vị này đôi khi còn gọi là *đơn vị cacbon*).

Khối lượng của prôtôn là $m_p = 1,007276u$, của nơtron là $m_n = 1,008665u$, của êlectron là $m_e = 0,0005486u$. Nói chung, một hạt nhân (nguyên tử) có số khối A thì khối lượng của nó xấp xỉ bằng A.u.

Khối lượng của hạt nhân còn có thể đo bằng đơn vị eV/c^2 hoặc MeV/c^2. Ta có $1u = 931,5 MeV/c^2$. (Đôi khi lấy $1u \approx 931 MeV/c^2$).

2. Lực hạt nhân

Lực hạt nhân là lực liên kết giữa các nuclôn tạo thành hạt nhân. Nó có bản chất khác với các lực đã biết (lực hấp dẫn hay lực tĩnh điện). Lực hạt nhân là lực hút rất mạnh giữa các nuclôn (còn gọi là *lực tương tác mạnh*), nhưng lực này chỉ có tác dụng trong phạm vi kích thước hạt nhân, tức là chỉ khi hai nuclôn cách nhau một khoảng rất ngắn, bằng hoặc nhỏ hơn kích thước của hạt nhân (bán kính tác dụng của lực hạt nhân khoảng 10^{-15}m).

3. Độ hụt khối

Khối lượng m của hạt nhân ${}_{Z}^{A}X$ bao giờ cũng nhỏ hơn một lượng Δm so với tổng khối lượng các nuclôn tạo thành hạt nhân đó :

$$\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m$$

Δm được gọi là *độ hụt khối của hạt nhân.*

4. Hệ thức Anh-xtanh giữa khối lượng và năng lượng

- Theo *thuyết tương đối của Anh-xtanh*, một vật có khối lượng m thì cũng có năng lượng E tương ứng, và ngược lại. Năng lượng E của vật tỉ lệ với khối lượng m của nó theo hệ thức $E = mc^2$ (c là tốc độ ánh sáng trong chân không). Với m = 1u thì E ≈ 931,5 MeV ($1 MeV = 1,6.10^{-13}J$).

- Cũng theo thuyết tương đối, một vật khi đứng yên có khối lượng m_0 (*m_0 được gọi là khối lượng nghỉ*) thì khi chuyển động với tốc độ v, khối lượng của vật sẽ bằng : $m = \dfrac{m_0}{\sqrt{1 - \dfrac{v^2}{c^2}}}$.

  Một cách tương ứng, khi vật đứng yên năng lượng của vật là $E_0 = m_0c^2$ (E_0 gọi là *năng lượng nghỉ*); khi vật chuyển động với tốc độ v, năng lượng E của vật, gọi là *năng lượng toàn phần*, cho bởi : $E = mc^2 = \dfrac{m_0c^2}{\sqrt{1 - \dfrac{v^2}{c^2}}}$.

  Hiệu $E - E_0 = (m - m_0)c^2$ chính là động năng của vật.

- Thông thường tốc độ v của vật rất nhỏ so với tốc độ ánh sáng ($v << c$) nên có thể coi rằng $m \approx m_0$. Giá trị khối lượng của các vật cho trong các bảng số nói chung đều là khối lượng nghỉ và kí hiệu là m.

5. Năng lượng liên kết hạt nhân

Theo thuyết tương đối, trước khi kết hợp với nhau thành hạt nhân ${}^{A}_{Z}X$ thì hệ gồm Z prôtôn và A – Z nơtron có năng lượng : $E_0 = [Zm_p + (A - Z)m_n]c^2$. Nhưng khi hạt nhân được tạo thành từ chúng thì hạt nhân có năng lượng $E = mc^2 < E_0$. Vì năng lượng toàn phần được bảo toàn, nên đã có một lượng năng lượng $W_{lk} = E_0 - E = \Delta m.c^2$ tỏa ra khi hệ các nuclôn kết hợp lại thành hạt nhân.

Ngược lại, nếu muốn tách hạt nhân đó thành các nuclôn riêng rẽ, có tổng khối lượng bằng $Zm_p + (A - Z)m_n > m$, thì phải tốn năng lượng $W_{lk} = \Delta m.c^2$ để thắng lực tương tác giữa chúng. Năng lượng W_{lk} càng lớn thì liên kết giữa các nuclôn càng mạnh. Đại lượng $W_{lk} = \Delta m.c^2$ được gọi là *năng lượng liên kết các nuclôn trong hạt nhân*, hay gọn hơn là *năng lượng liên kết của hạt nhân*.

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân (năng lượng liên kết tính cho một nuclôn) $\dfrac{W_{lk}}{A}$ đặc trưng cho sự bền vững của hạt nhân, có đơn vị là MeV/nuclôn. Đối với các hạt nhân có số khối A trong khoảng từ 50 đến 70 thì năng lượng liên kết riêng của chúng có giá trị lớn nhất, vào cỡ 8,8 MeV/nuclôn.

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Xác định thành phần cấu tạo của các hạt nhân sau đây : stronti ${}^{95}_{38}Sr$ và platin ${}^{195}_{78}Pt$.

Bài giải

a) Hạt nhân stronti ${}^{95}_{38}Sr$ có cấu tạo gồm :

$Z = 38$ prôtôn và $N = A - Z = 95 - 38 = 57$ nơtron.

b) Hạt nhân platin ${}^{195}_{78}Pt$ có cấu tạo gồm :

$Z = 78$ prôtôn và $N = A - Z = 195 - 78 = 117$ nơtron.

Ví dụ 2. Tính độ hụt khối của hạt nhân ${}^{12}_{6}C$, ${}^{9}_{4}Be$, ${}^{202}_{80}Hg$.

Biết khối lượng của prôtôn xấp xỉ bằng 1,00728u, của nơtron xấp xỉ bằn 1,00866u. Hạt nhân ${}^{9}_{4}Be$ có khối lượng là 9,0122u; khối lượng của nguyê tử cacbon là 12,00000u; khối lượng nguyên tử ${}^{202}_{80}Hg$ là 201,970617u.

Bài giải

a) Khối lượng hạt nhân ${}^{12}_{6}C$:

$$m_{hn} = 12{,}00000u - 6m_e = 12{,}00000u - 6(0{,}000549u) = 11{,}996706u.$$

Khối lượng tổng cộng các nuclôn trong hạt nhân ${}^{12}_{6}C$:

$$m_0 = 6(1{,}00728u) + 6(1{,}00866u) = 12{,}09564u.$$

Độ hụt khối của hạt nhân ${}^{12}_{6}C$:

$$\Delta m = m_0 - m_{hn} = 0{,}09893u.$$

b) Khối lượng tổng cộng các nuclôn trong hạt nhân ${}^{4}_{9}Be$:

$$m_0 = Zm_p + Nm_n = 4(1{,}00728u) + 5(1{,}00866u) = 9{,}0724u$$

Độ hụt khối của hạt nhân ${}^{9}_{4}Be$:

$$\Delta m = m_0 - m_{hn} = 9{,}0724u - 9{,}0122u = 0{,}0602u.$$

c) Khối lượng hạt nhân ${}^{202}_{80}Hg$:

$$m_{hn} = 201{,}970617u - 80m_e = 201{,}970617u - 80(0{,}000549u)$$
$$= 201{,}926697u.$$

Khối lượng tổng cộng các nuclôn trong hạt nhân ${}^{202}_{80}Hg$:

$$m_0 = 80(1{,}00728u) + 122(1{,}00866u) = 203{,}63892u.$$

Độ hụt khối của hạt nhân ${}^{202}_{80}Hg$:

$$\Delta m = m_0 - m_{hn} = 1{,}712223u.$$

Ví dụ 3. Tính năng lượng liên kết và năng lượng liên kết riêng của đồng v ${}^{202}_{80}Hg$. Cho biết độ hụt khối của hạt nhân ${}^{202}_{80}Hg$ là 1,712223u;

$1u \approx 931{,}5\ MeV/c^2$.

Bài giải

Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}^{202}_{80}Hg$:

$$W_{lk} = \Delta m.c^2 = 1{,}712223u.c^2$$
$$= (1{,}712223u)(931{,}5\ MeV.u^{-1}) \approx 1594{,}94\ MeV.$$

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{202}_{80}\text{Hg}$:

$$\frac{W_{lk}}{A} = \frac{1594,94}{202} \approx 7,90 \text{ MeV/nuclôn.}$$

Ví dụ 4. Biết năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{37}_{17}\text{Cl}$ bằng 8,57 MeV/nucl
Độ hụt khối của hạt nhân $^{37}_{17}\text{Cl}$ là :

A. 0,3404u B. 0,4325u C. 0,3545u D. 0,6808u.

Hướng dẫn chọn đáp án

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{37}_{17}\text{Cl}$ là :

$$\frac{W_{lk}}{A} = 8,57 \text{ MeV/nuclôn, do đó } W_{lk} = 8,57.37 \approx 317,09 \text{ MeV.}$$

Từ $\Delta W_{lk} = \Delta m.c^2$, ta có $\Delta m = \dfrac{W_{lk}}{c^2} \approx 317\dfrac{\text{MeV}}{c^2} = \dfrac{317,09}{931,5}\text{u} = 0,3404\text{u}$.

Chọn A.

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

21.1. Xác định thành phần cấu tạo của hạt nhân sau :

a) $^{56}_{26}\text{Fe}$ b) $^{206}_{82}\text{Pb}$ c) $^{200}_{79}\text{Au}$.

21.2. Tính năng lượng liên kết của hạt nhân $^{16}_{8}\text{O}$, biết rằng năng lượng li kết riêng của $^{16}_{8}\text{O}$ là 8,00 MeV/nuclôn.

21.3. Biết độ hụt khối của $^{56}_{26}\text{Fe}$ là 0,5285u. Tính năng lượng liên kết riêng c $^{56}_{26}\text{Fe}$.

21.4. Biết khối lượng của prôtôn là $m_p = 1,0073\text{u}$, của nơtron là $m_n = 1,008$ và của hạt nhân $^{4}_{2}\text{He}$ (gọi là hạt α) là $m_\alpha = 4,0015\text{u}$, của hạt nhân ^{238}U 238,0508u. Cho 1u = 931,5 MeV/c^2. So sánh độ bền vững của các hạt nh ^{238}U và hạt α.

21.5. Hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$ có :

A. số nuclôn bằng 235. B. số nơtron bằng 235.

C. số prôtôn bằng 143. D. số nơtron bằng 92.

21.6. Đồng vị là các nguyên tử mà hạt nhân của chúng có :

A. cùng số Z. B. cùng số khối A.

C. cùng số nơtron N. D. cùng khối lượng.

21.7. Hạt nhân nguyên tử $^{226}_{88}\text{Ra}$ có :

A. 88 prôtôn và 226 nơtron. B. 226 prôtôn và 138 nơtron.

C. 138 prôtôn và 88 nơtron. D. 88 prôtôn và 138 nơtron.

1.8. Nguyên tử oxi có khối lượng 15,999u. Trong một gam khí oxi có số phân tử oxi là :

A. $6,023.10^{23}$ B. 32.10^{23} C. $1,88.10^{22}$ D. $0,188.10^{20}$.

1.9. Biết số Avôgađrô $N_A = 6,02.10^{23}$ hạt/mol và khối lượng của hạt nhân xấp xỉ bằng A.u. Số prôtôn có trong 0,27g $^{27}_{13}Al$ là :

A. $6,826.10^{22}$ B. $8,826.10^{22}$ C. $9,826.10^{22}$ D. $7,826.10^{22}$.

BÀI 22 PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Phản ứng hạt nhân

a) Thực nghiệm chứng tỏ rằng, các hạt nhân có thể tương tác với nhau và biến đổi thành những hạt nhân khác. Những quá trình đó được gọi là *phản ứng hạt nhân.*

Phản ứng hạt nhân là mọi quá trình dẫn đến sự biến đổi hạt nhân.

- Phản ứng hạt nhân thường được chia làm hai loại :

– *Phản ứng tự phân rã của một hạt nhân* không bền thành các hạt nhân khác như sự phóng xạ (Xem Bài 23), còn gọi là phản ứng hạt nhân tự phát).

– *Phản ứng trong đó các hạt nhân tương tác với nhau*, dẫn đến sự biến đổi chúng thành các hạt khác.

- Phương trình tổng quát các phản ứng hạt nhân :

$$A + B \longrightarrow C + D$$

A, B là các hạt tương tác; C, D là các hạt sản phẩm.

2. Các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân

Phản ứng hạt nhân là một quá trình vật lí, trong đó hệ các hạt tương tác A + B được xem là hệ kín, nên ta có các định luật bảo toàn sau đây :

- ***Định luật bảo toàn số nuclôn*** **:** Trong phản ứng hạt nhân, tổng số nuclôn của các hạt tương tác bằng tổng số nuclôn của các hạt sản phẩm.

  Bảo toàn số nuclôn cũng là *bảo toàn số khối A.*

- ***Định luật bảo toàn điện tích*** **:** Tổng đại số các điện tích của các hạt tương tác bằng tổng đại số các điện tích của các hạt sản phẩm.

  Bảo toàn điện tích cũng là bảo toàn nguyên tử số Z.

- ***Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần*** (bao gồm động năng và năng lượng nghỉ) : Tổng năng lượng toàn phần của các hạt tương tác bằng tổng năng lượng toàn phần của các hạt sản phẩm.

  Không có sự bảo toàn khối lượng nghỉ.

- ***Định luật bảo toàn động lượng*** **:** Vectơ tổng động lượng của các hạt tương tác bằng vectơ tổng động lượng của các hạt sản phẩm.

3. Năng lượng phản ứng hạt nhân

- Trong phản ứng hạt nhân, do không có sự bảo toàn khối lượng nghỉ, nên tổng khối lượng nghỉ của các hạt tương tác $m_0 = m_A + m_B$ không bằng tổng khối lượng nghỉ của các hạt sản phẩm $m = m_C + m_D$, vì vậy năng lượng có thể được tỏa ra hay bị hấp thụ.

  Có thể xảy ra hai trường hợp :

+ $m < m_0$ (với các hạt sản phẩm bền vững hơn các hạt tương tác) : phản ứng tỏa ra một lượng năng lượng (xem các hạt A và B có động năng không đáng kể) :

$$W_{toả} = (m_0 - m)c^2$$

+ $m > m_0$: phản ứng không thể tự nó xảy ra được.

  Muốn cho phản ứng có thể xảy ra, phải cung cấp cho các hạt tương tác A và B một năng lượng W dưới dạng động năng (bằng cách bắn hạt A vào hạt B chẳng hạn) sao cho :

$$W = (m - m_0)c^2 + W_đ \geq (m - m_0)c^2$$

  với $W_đ$ là tổng động năng của các hạt sản phẩm.

- Có hai loại phản ứng tỏa năng lượng : phản ứng phân hạch và phản ứng nhiệt hạch.

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Viết đầy đủ các phương trình phản ứng hạt nhân sau đây :

a) ${}^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{234}_{90}Th$

b) ${}^{234}_{90}Th \longrightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{A}_{Z}X$

c) ${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{212}_{83}Bi + 4({}^{4}_{2}He) + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\tilde{v})$ ($\tilde{v}$ là hạt phản nơtrinô, xem Bài 23).

Bài giải

Áp dụng các định luật bảo toàn số khối và bảo toàn điện tích.

a) Bảo toàn số khối : $238 = A + 234 \Rightarrow A = 4$

Bảo toàn điện tích : $92 = Z + 90 \Rightarrow Z = 2$

Vậy, hạt nhân X là ${}^{4}_{2}He$.

$${}^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{234}_{90}Th$$

b) $${}^{234}_{90}Th \longrightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\tilde{v}$$

c) $${}^{238}_{90}Th \longrightarrow {}^{212}_{83}Bi + 4({}^{4}_{2}He) + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\tilde{v}.$$

Ví dụ 2. Cho phản ứng hạt nhân $\alpha + {}^{27}_{13}Al \longrightarrow {}^{30}_{15}P + n$

Khối lượng của các hạt nhân là : $m_\alpha = 4{,}0014u$; $m({}^{27}_{13}Al) = 26{,}97435u$; $m({}^{30}_{15}P) = 29{,}97005u$; $m_n = 1{,}008670u$; $1u = 931{,}5\ MeV/c^2$; $1\ MeV = 1{,}6.10^{-13}J$. Năng lượng mà phản ứng này tỏa ra hay thu vào là bao nhiêu ?

Bài giải

Ta có : $W = (m_P + m_n - m_\alpha - m_{Al})c^2$

$= (29{,}97005 + 1{,}008670 - 26{,}97435 - 4{,}0014).931{,}5$

$W \approx -2{,}76\ MeV$ (Phản ứng thu năng lượng).

Ví dụ 3. Bắn hạt α vào hạt nhân ${}^{14}_{7}N$ đứng yên, ta có phản ứng :

$$\alpha + {}^{14}_{7}N \longrightarrow {}^{17}_{8}O + p.$$

Giả sử các hạt sinh ra cùng một vận tốc. Tính động năng các hạt sinh ra theo động năng W_α của hạt α.

Cho $m_\alpha = 4{,}0015u$; $m_N = 13{,}9992u$; $m_O = 16{,}9947u$.

Bài giải

Vì các hạt sinh ra sau phản ứng có cùng vận tốc nên theo định luật bảo toàn động lượng ta có

$$m_\alpha v_\alpha = (m_O + m_p)v \quad \Rightarrow \quad v^2 = 2\frac{m_\alpha W_\alpha}{(m_O + m_p)^2}$$

Từ đó ta có : $W_O = \dfrac{1}{2}m_O v^2 = \dfrac{m_O m_\alpha W_\alpha}{(m_O + m_p)^2} = \dfrac{17}{81}W_\alpha$

$$W_p = \frac{1}{2}m_p v^2 = \frac{m_p m_\alpha W_\alpha}{(m_O + m_p)^2} = \frac{1}{81}W_\alpha.$$

Ví dụ 4. Cho phản ứng ${}^{6}_{3}Li + {}^{2}_{1}H \longrightarrow 2({}^{4}_{2}He) + 22{,}4\ MeV$. Hỏi khối lượng của hạt nhân nguyên tử liti bằng bao nhiêu ?

Cho biết $m_{He} = 4{,}00260u$; $m_H = 1{,}00700u$.

Bài giải

Ta có : $[m({}^{6}_{3}Li) + m({}^{2}_{1}H) - 2m({}^{4}_{2}He)]c^2 = 22{,}4\ MeV = \dfrac{22{,}4}{931{,}5}uc^2 \approx 0{,}024uc^2$

Vậy $m({}^{6}_{3}Li) + m({}^{2}_{1}H) - 2m({}^{4}_{2}He) = 0{,}024u$

Suy ra $m({}^{6}_{3}Li) = 2.4{,}00260u - 2{,}01400u + 0{,}024u = 6{,}0152u$.

Ví dụ 5. Cho phản ứng hạt nhân $\alpha + {}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{30}_{15}P + n$, hạt nhân X là :

A. ${}^{20}_{10}Ne$ B. ${}^{24}_{12}Mg$ C. ${}^{23}_{11}Na$ D. ${}^{27}_{13}Al$.

Hướng dẫn chọn đáp án

Áp dụng định luật bảo toàn số khối và bảo toàn điện tích, ta có $A = 27$ và $Z = 13$. Vậy X là hạt nhân nguyên tử nhôm ${}^{27}_{13}\mathrm{Al}$.

Chọn D.

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

22.1. Viết đầy đủ các phương trình phản ứng hạt nhân sau đây :

a) ${}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{A}_{Z}\mathrm{X} \longrightarrow {}^{1}_{1}\mathrm{p} + {}^{17}_{8}\mathrm{O}$

b) ${}^{234}_{90}\mathrm{Th} \longrightarrow {}^{A}_{Z}\mathrm{Y} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e} + {}^{0}_{0}\tilde{\mathrm{v}}$.

22.2. Xác định các hệ số x, y trong các phương trình phản ứng hạt nhân sau đây :

a) ${}^{238}_{90}\mathrm{Th} \longrightarrow {}^{212}_{83}\mathrm{Bi} + x({}^{4}_{2}\mathrm{He}) + y({}^{0}_{-1}\mathrm{e}) + y({}^{0}_{0}\tilde{\mathrm{v}})$

b) ${}^{238}_{92}\mathrm{U} \longrightarrow {}^{206}_{92}\mathrm{Pb} + x\alpha + y\beta^{-} + y{}^{0}_{0}\tilde{\mathrm{v}}$.

22.3. Cho phản ứng hạt nhân ${}^{3}_{1}\mathrm{T} + \mathrm{X} \longrightarrow \alpha + \mathrm{n}$. X là hạt nhân nào?

22.4. Cho phản ứng hạt nhân ${}^{25}_{12}\mathrm{Mg} + \mathrm{X} \longrightarrow {}^{22}_{11}\mathrm{N} + \alpha$, X là hạt nhân nào ?

22.5. Cho phản ứng hạt nhân ${}^{27}_{13}\mathrm{Al} + \alpha \longrightarrow \mathrm{X} + {}^{30}_{15}\mathrm{P}$. Hạt nhân X tạo ra từ phản ứng này là :

A. pôzitron $\left({}^{0}_{+1}\mathrm{e}\right)$

B. êlectron $\left({}^{0}_{-1}\mathrm{e}\right)$

C. prôtôn

D. nơtron.

22.6. Bắn hạt α vào hạt nhân ${}^{14}_{7}\mathrm{N}$ đứng yên, ta có phản ứng :

$$\alpha + {}^{14}_{7}\mathrm{N} \longrightarrow {}^{17}_{8}\mathrm{O} + \mathrm{p}.$$

Giả sử các hạt sinh ra có cùng một vận tốc.

Cho $m_\alpha = 4{,}0015u$; $m_N = 13{,}9992u$, $m_O = 16{,}9947u$.

Tỉ số động năng $\dfrac{W_O}{W_p}$ của hạt nhân ${}^{17}_{8}\mathrm{O}$ và hạt prôtôn là :

A. 17 : 1

B. 1 : 17

C. 1 : 4

D. 4 : 1.

22.7. Cho phản ứng hạt nhân ${}^{19}_{9}\mathrm{F} + \mathrm{p} \longrightarrow {}^{16}_{8}\mathrm{O} + \mathrm{X}$, X là hạt nào sau đây ?

A. hạt α

B. êlectron

C. pôzitron

D. nơtron.

22.8. Kí hiệu các đại lượng : (I) số nuclôn; (II) điện tích; (III) khối lượng; (IV) năng lượng; (V) động năng; (VI) số nơtron.

Trong một phản ứng hạt nhân, các đại lượng nào kể trên được bảo toàn ?

A. I, II và VI

B. I, II, III, IV và VI

C. I, II, IV và V

D. I, II và IV.

BÀI 23 PHÓNG XẠ

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Hiện tượng phóng xạ

Hiện tượng phóng xạ là hiện tượng một hạt nhân không bền vững tự phát ra phân rã, phát ra các tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân khác.

- Quá trình phân rã phóng xạ chính là quá trình dẫn đến sự biến đổi hạt nhân. Nó chỉ do các nguyên nhân bên trong hạt nhân gây ra và hoàn toàn không chịu tác động của các yếu tố thuộc môi trường bên ngoài nhu nhiệt độ, áp suất...

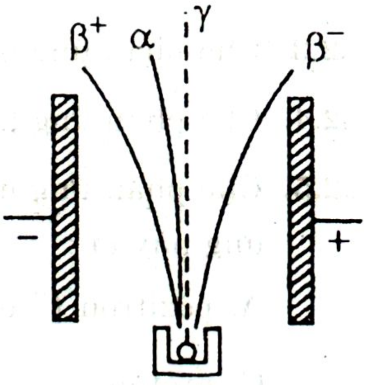
  Người ta quy ước gọi hạt nhân phóng xạ A là *hạt nhân mẹ* và hạt nhân sản phẩm phân rã B là *hạt nhân con.*

- Phương trình phân rã phóng xạ của hạt nhân phóng xạ A :

  $A \longrightarrow B + D$ (D là hạt α hoặc β).

2. Các dạng phóng xạ

a) *Có 3 loại tia phóng xạ* : tia α (anpha), tia β (bêta) và tia γ (gamma) (Hình 23.1 biểu diễn đường đi các tia phóng xạ trong điện trường). Do đó, thường phân loại các dạng phóng xạ : *phóng xạ α* (phân rã α), *phóng xạ β* (phân rã β) và *phóng xạ γ.*



Hình 23.1

b) Bản chất các tia phóng xạ

- *Tia α* chính là các hạt nhân của nguyên tử heli ($^4_2$He), gọi là *hạt α* phóng ra từ hạt nhân với tốc độ khoảng 2.10^7 m/s, làm ion hóa mạnh cá nguyên tử trên đường đi của nó và chỉ đi được tối đa khoảng 8cm trong không khí.
- *Tia β* là các hạt phóng ra với tốc độ xấp xỉ bằng tốc độ ánh sáng, gồn hai loại :

– Tia β^- chính là các *êlectron* (kí hiệu $^{0}_{-1}$e).

– Tia β^+ chính là các *pôzitrôn* (kí hiệu $^{0}_{-1}$e) có khối lượng như êlectror nhưng mang điện tích +e.

Thực tế, trong phóng xạ β, ngoài hạt β còn có hạt *nơtrinô* (kí hiệu $^0_0$v) hoặc *phản nơtrinô* (kí hiệu $^0_0\tilde{v}$), đó là các hạt có khối lượng nghỉ xấp x bằng 0, chuyển động với tốc độ xấp xỉ bằng tốc độ ánh sáng và khôn mang điện tích. Cụ thể là kèm theo hạt β^- có hạt phản nơtrinô, và kèn theo hạt β^+ có hạt nơtrinô.

- *Tia γ* là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn, dưới 10^{-11}m (là phôtôn nă lượng cao), có khả năng xuyên thấu rất lớn. Trong phân rã α và β h nhân con có thể ở trong trạng thái kích thích và nó phóng xạ tia γ để t về trạng thái cơ bản.

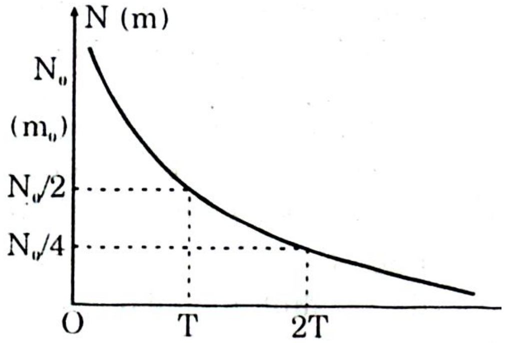
3. Định luật phóng xạ

- Mỗi chất phóng xạ được đặc trưng bởi một thời gian T, gọi là *chu kì b rã* của nó : Cứ sau mỗi chu kì T thì một nửa số hạt nhân (nguyên tử) hi có bị phân ra, biến đổi thành hạt nhân khác.

Trên hình 23.2 là đồ thị biểu diễn sự biến thiên của số hạt nhân N (và khối lượng m) của chất phóng xạ theo thời gian t. Ta có :

$$N(t) = N_0.2^{-\frac{t}{T}} = N_0 e^{-\lambda t},$$

$$m(t) = N_0.2^{-\frac{t}{T}} = m_0 e^{-\lambda t}$$



Hình 23.2

Trong đó N_0, m_0, N(t), m(t) tương ứng là số hạt nhân và khối lượng c chất phóng xạ lúc ban đầu (t = 0) và ở thời điểm t; λ là *hằng số phóng x đặc trưng cho từng loại chất phóng xạ* :

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T}$$

Urani $^{235}_{92}U$ phân rã rất chậm (T = 7,13.10^8 năm), cacbon $^{14}_{6}C$ có T = 573 năm, radi $^{226}_{88}Ra$ có T = 1620 năm, iôt $^{131}_{53}I$ có T = 8,9 ngày.

- ***Định luật phóng xạ :*** *Trong quá trình phân rã số hạt nhân phóng x giảm theo thời gian theo định luật hàm số mũ.*

4. Độ phóng xạ

Độ phóng xạ (hay *hoạt độ phóng xạ*) của một lượng chất phóng xạ đặ trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của nó, được xác định bằng số hạ nhân bị phân rã trong 1 giây :

$$H = -\frac{\Delta N}{\Delta t} = \lambda N = H_0 e^{-\lambda t}$$

với $H_0 = \lambda N_0$ là độ phóng xạ ban đầu của một lượng chất phóng xạ.

Độ phóng xạ của một lượng chất phóng xạ tại thời điểm t bằng tích c hằng số phóng xạ và số lượng hạt nhân phóng xạ chứa trong lượng ch phóng xạ đó ở thời điểm t.

Đơn vị đo độ phóng xạ là *becơren*, kí hiệu Bq. Trong thực tế còn dùng đơ vị *curi*, kí hiệu Ci : 1Ci = 3,7.10^{10}Bq, xấp xỉ bằng độ phóng xạ của mộ gam radi.

5. Đồng vị phóng xạ và ứng dụng

- Ngoài các *đồng vị phóng xạ tự nhiên* (có sẵn trong thiên nhiên), người ta đã chế tạo được nhiều *đồng vị phóng xạ nhân tạo*. Các đồng vị phóng xạ của một nguyên tố hóa học có cùng tính chất hóa học như đồng vị bền của nguyên tố đó.
- Các đồng vị phóng xạ tự nhiên hoặc nhân tạo có những ứng dụng rất đa dạng.

+ Trước hết, phải kể đến ứng dụng của chúng trong Y học. Người ta đưa các đồng vị phóng xạ khác nhau vào trong cơ thể để theo dõi sự thâm nhập và di chuyển của các nguyên tố nhất định trong cơ thể người. Chúng được gọi là *nguyên tử đánh dấu*; ta sẽ nhận diện được chúng nhờ các thiết bị ghi bức xạ. Nhờ phương pháp nguyên tử đánh dấu, người ta có thể biết được chính xác nhu cầu với các nguyên tố khác nhau của cơ thể trong từng thời kì phát triển của nó và tình trạng bệnh lí của các bộ phận khác nhau của cơ thể, khi thừa hoặc thiếu những nguyên tố nào đó.

+ Các nhà khảo cổ học đã sử dụng *phương pháp xác định tuổi theo lượng cacbon 14* để xác định niên đại của các cổ vật gốc sinh vật khai quật được.

Cacbon có ba đồng vị chính : ^{12}C (phổ biến nhất) và ^{13}C là bền, ^{14}C là chất phóng xạ β^-. ^{14}C được tạo ra trong khí quyển và thâm nhập vào mọi vật trên Trái Đất. Nó có chu kì bán rã 5730 năm. Sự phân rã này cân bằng với sự tạo ra, nên từ hàng vạn năm nay, mật độ của ^{14}C trong khí quyển không đổi : cứ 10^{12} nguyên tử cacbon thì có 1 nguyên tử ^{14}C. Một cây còn sống, còn quá trình quang hợp, thì còn giữ tỉ lệ trên trong các thành phần chứa cacbon của nó. Nhưng nếu cây chết, thì nó không trao đổi gì với không khí nữa, ^{14}C vẫn phân rã mà không được bù lại, nên tỉ lệ của nó sẽ giảm, sau 5730 năm chỉ còn một nửa; độ phóng xạ H của nó cũng giảm tương ứng. Đo độ phóng xạ này thì tính được thời gian đã trôi qua từ khi cây chết. Động vật ăn thực vật nên tỉ lệ $\dfrac{^{14}C}{C}$ trong cơ thể cũng giảm như trên sau khi chết. Vì vậy, có thể xác định tuổi các mẩu xương động vật tìm được trong các di chỉ bằng phương pháp này.

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

í dụ 1. Hạt nhân $^{14}_{6}C$ là chất phóng xạ có chu kì bán rã là T = 5730 năm. Một lượng chất phóng xạ của một mẫu $^{14}_{6}C$ sau thời gian bao lâu chỉ còn bằng 25% lượng chất phóng xạ ban đầu của mẫu đó ?

Bài giải

Ta có : $\dfrac{m}{m_0} = 2^{-\frac{t}{T}} = 0,25 = \dfrac{1}{2^2} \quad \Rightarrow \quad \dfrac{t}{T} = 2.$

Suy ra : t = 2T = 2.5730 năm = 11460 năm.

í dụ 2. Ban đầu có 2,00g radon $^{222}_{86}Rn$ là chất phóng xạ với chu kì bán rã T = 3,8 ngày. Hãy tính :

a) Số nguyên tử ban đầu.

b) Số nguyên tử còn lại sau thời gian t = 1,5T.

c) Độ phóng xạ của lượng $^{222}_{86}Rn$ nói trên sau thời gian t = 1,5T (theo đơn vị Bq và Ci).

Bài giải

a) Ta có số nguyên tử ban đầu :

$$N_0 = \frac{m}{M}.N_A = \frac{2,00}{222}.6,02.10^{23} \approx 5,42.10^{21} \text{ (nguyên tử).}$$

b) Áp dụng công thức của định luật phóng xạ, ta có số nguyên tử còn lại :

$$N = N_0e^{-\frac{0,963}{T}}t = N_0e^{-0,693.1,5}$$

$$= 5,42.10^{21}.e^{-0,693.1,5} \approx 1,91.10^{21} \text{ (nguyên tử).}$$

c) Độ phóng xạ H :

$$H = \lambda N = \frac{0,693}{3,8.24.3600}.1,91.10^{21} \approx 4,05.10^{15}\text{ Bq}$$

Tính ra Ci : $H = \frac{4,05.10^{15}}{3,7.10^{01}} = 1,1.10^{5}$ Ci.

Ví dụ 3. Pôlôni $^{210}_{84}Po$ là nguyên tố phóng xạ α, nó phóng ra một hạt α và biến đổi thành hạt nhân con X. Chu kì bán rã của pôlôni là T = 138 ngày.

a) Viết phương trình phản ứng. Xác định cấu tạo, tên gọi của hạt nhân X.

b) Một mẫu pôlôni nguyên chất có khối lượng ban đầu 0,01g. Tính độ phóng xạ của mẫu chất trên sau 3 chu kì bán rã.

Cho biết $N_A = 6,023.10^{23}$ nguyên tử/mol.

c) Tính tỉ số giữa khối lượng pôlôni và khối lượng chất X trong mẫu chất trên sau 4 chu kì bán rã.

Bài giải

a) Kí hiệu hạt nhân con X là $^{A}_{Z}X$. Phương trình phản ứng có dạng :

$$^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A'}_{Z}X$$

Áp dụng định luật bảo toàn số khối : 210 = 4 + A'

và định luật bảo toàn điện tích : 84 = 2 + Z

ta tìm được : A' = 206 và Z = 82.

Vậy hạt nhân X là hạt nhân đồng vị chì $^{206}_{82}Pb$, có cấu tạo gồm 82 prôtôn và : N = 206 – 82 = 124 nơtron.

b) Số hạt nhân pôlôni ban đầu là :

$$N_0 = N_A.\frac{m_0}{A}, \quad \text{với } m_0 = 0,01g;\ A = 210 \text{ (g).}$$

Sau thời gian t = 3T số hạt nhân pôlôni còn lại là :

$$N = \frac{N_0}{2^{t/T}} = \frac{N_0}{2^3} = \frac{N_0}{8} = \frac{N_A.m_0}{8A}$$

Độ phóng xạ của mẫu pôlôni sau 3 chu kì bán rã là :

$$H = \lambda N = \frac{0,693}{T} \times N = \frac{0,693 \times N_A \times m_0}{8A \times T}$$

với $T = 138$ ngày $= 138 \times 24 \times 3600s$

$\Rightarrow$ $H \approx 2,084 \times 10^{11}$ Bq.

c) Số hạt nhân pôlôni còn lại sau t = 4T là :

$$N' = \frac{N_0}{2^{t/T}} = \frac{N_0}{2^4} = \frac{N_0}{16}.$$

Số hạt nhân pôlôni đã bị phân rã phóng xạ sau thời gian t đó :

$$\Delta N = N_0 - N' = \frac{15N_0}{16}.$$

Số hạt nhân ΔN này cũng chính bằng số hạt nhân X được tạo ra trong thời gian t = 4T. Vậy khối lượng chất X được tạo ra là :

$$m_X = \frac{A'}{N_A} \times \Delta N = A'\frac{15N_0}{16N_A}, \quad \text{với } A' = 206.$$

Khối lượng pôlôni còn lại sau thời gian t = 4T :

$$m' = \frac{A}{N_A} \times N' = \frac{AN_0}{16N_A}.$$

Từ đó ta tìm được tỉ số : $\dfrac{m'}{m_X} = \dfrac{A}{15A'} = \dfrac{210}{15 \times 206} \approx 0,068.$

Ví dụ 4. Hạt nhân U238 phân rã thành Pb206 với chu kì bán rã $4,47.10^9$ năm. Một khối đá được phát hiện có chứa 46,97mg U238 và 2,135mg Pb206. Giả sử lúc khối đá mới hình thành không chứa nguyên tố chì và tất cả lượng chì có mặt trong đó đều là sản phẩm phân rã của U238. Tính tuổi của khối đá hiện nay.

Bài giải

Số hạt nhân U238 còn lại : $N_U = N_0 e^{-\frac{0,693}{T}t}$

Số hạt nhân Pb206 tạo thành bằng số hạt nhân U238 đã bị phân rã :

$$N_{Pb} = N_0 - N_U = N_0(1 - e^{-\frac{0,693}{T}t})$$

Theo đề bài ta có :

$$\frac{N_U}{N_{Pb}} = \frac{m_U.A_{Pb}}{m_{Pb}.A_U} = \frac{e^{-\frac{0,693}{T}t}}{1 - e^{-\frac{0,693}{T}t}} = \frac{46,97.206}{2,135.238} \approx 19$$

$$\Rightarrow \quad e^{-\frac{0,693}{T}t} = \frac{19}{20}.$$ Từ đó tìm được $t \approx 3.10^8$ năm.

Ví dụ 5. Xác định hạt X trong phản ứng phân rã sau đây :

$$^{12}_{7}N \xrightarrow{\beta^+} {}^{12}_{6}C + {}^{0}_{+1}e + {}^{0}_{0}v + X$$

A. α B. β^- C. β^+ D. $^{0}_{0}v$.

Hướng dẫn chọn đáp án

Áp dụng các định luật bảo toàn số khối và bảo toàn điện tích ta thấy hạt X có A = 0, Z = 0. Đó chính là hạt nơtrinô.

Ví dụ 6. Một hạt nhân $^{A}_{Z}X$ ban đầu đứng yên phóng xạ phát ra hạt α có vận tốc v và hạt nhân con $^{A'}_{Z'}Y$. Tỉ số vận tốc $\frac{v_\alpha}{v_Y}$ giữa hạt α và hạt nhân Y là

A. $\frac{A}{4} - 1$ B. $\frac{4}{A + 4}$ C. $\frac{2}{A - 4}$ D. $\frac{A - 1}{4}$.

Hướng dẫn chọn đáp án

Phản ứng phân rã : $X \rightarrow \alpha + Y$.

Áp dụng định luật bảo toàn số khối cho thấy, số khối của hạt nhân Y là A – 4 (A là số khối của hạt nhân X).

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng : $P_\alpha = P_Y$, suy ra :

$$m_\alpha v_\alpha = m_Y v_Y \quad \Rightarrow \quad \frac{v_\alpha}{v_Y} = \frac{m_Y}{m_\alpha} = \frac{A - 4}{4} = \frac{A}{4} - 1.$$ *Chọn A.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

23.1. Một lượng chất phóng xạ $^{222}_{86}Rn$ ban đầu có độ phóng xạ H_0. Sau 11,5 ngày độ phóng xạ của chất này giảm 87,5%. Tính chu kì bán rã của $^{222}_{86}Rn$.

23.2. Chu kì bán rã của một đồng vị phóng xạ là T = 120 năm. Khối lượng ban đầu của đồng vị này là 10g. Phần trăm khối lượng còn lại của đồng vị phóng xạ này sau 240 năm là bao nhiêu ?

23.3. Tính chu kì bán rã của radi ^{226}Ra biết rằng độ phóng xạ ban đầu của một gam Ra bằng 1 curi.

23.4. Một chất phóng xạ có chu kì bán rã T = 10s, độ phóng xạ ban đầu là $H_0 = 2.10^7$Bq. Tìm độ phóng xạ sau 30s.

23.5. Tính tuổi của một cái tượng cổ bằng gỗ biết rằng độ phóng xạ của nó bằng 86% độ phóng xạ của một mẫu gỗ cùng khối lượng và vừa mới chặt. Biết chu kì bán rã của ^{14}C là T = 5730 năm.

23.6. Cho các tia anpha, bêta và gamma đi qua khoảng giữa hai bản của một tụ điện thì :

A. tia anpha lệch nhiều hơn cả, sau đến bêta và tia gamma.

B. tia anpha lệch về phía bản dương, tia gamma về phía bản âm của tụ điện.

C. tia gamma không bị lệch.

D. tia bêta không bị lệch.

23.7. Trong điện trường của cùng một tụ điện :

A. tia anpha lệch nhiều hơn là tia bêta, vì hạt anpha mang hai điện tích nguyên tố, hạt bêta chỉ mang một.

B. tia bêta lệch ít hơn, vì tốc độ hạt bêta lớn gấp hàng chục lần hạt anpha.

C. tia anpha lệch nhiều hơn vì hạt anpha to hơn.

D. tia bêta lệch nhiều hơn vì khối lượng hạt bêta nhỏ hơn hạt anpha hàng nghìn lần.

23.8. Chu kì bán rã của một chất phóng xạ là khoảng thời gian để :

A. quá trình phóng xạ lại lặp lại như lúc ban đầu.

B. một nửa số nguyên tử chất ấy biến thành chất khác.

C. khối lượng chất ấy giảm một nửa.

D. một nửa số nguyên tử chất ấy hết khả năng phóng xạ.

23.9. Trong phản ứng : $^{209}_{84}P \longrightarrow {}^{205}_{82}Pb + X$, thì X là :

A. hạt α B. hạt β^+ C. nơtron D. prôtôn.

23.10. Trong phản ứng $^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + X$ thì X là :

A. hạt α B. hạt β^- C. nơtron D. prôtôn.

BÀI 24 PHẢN ỨNG PHÂN HẠCH PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Phản ứng phân hạch

a) ***Phản ứng phân hạch*** là phản ứng trong đó một hạt nhân nặng vỡ thành hai hạt nhân có khối lượng nhỏ hơn.

- Dùng *nơtron nhiệt* (còn gọi là *nơtron chậm*) có năng lượng cỡ 0,01eV, bắn vào ^{235}U ta có phản ứng phân hạch :

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \longrightarrow ^{A_1}_{Z_1}X_1 + ^{A_2}_{Z_2}X_2 + k^{1}_{0}n$$

X_1, X_2 là các hạt nhân có số khối A thuộc loại trung bình (từ 80 đến 160 và hầu hết là hạt **nhân phóng xạ; k là số nơtron** trung bình được sinh ra Phản ứng này sinh **ra 2 hoặc 3 (trung bình 2,5)** nơtron và tỏa ra năn lượng, gọi là *năng lượng hạt nhân*, **cỡ 200MeV** dưới dạng động năng củ các hạt.

b) *Phản ứng phân hạch dây chuyền*

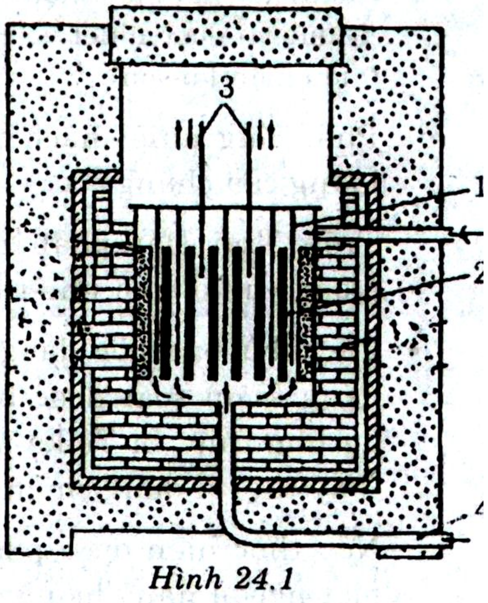
- Các nơtron sinh ra sau mỗi phân hạch của urani (hoặc plutôni...) **lại c** thể bị hấp thu bởi các hạt nhân urani (hoặc plutôni...) khác ở **gần đó, gâ** ra sự phân hạch và cứ thế, sự phân hạch tiếp diễn **thành một dâ** chuyền. Số phân hạch tăng lên rất nhanh trong một thời gian **rất ngắn** ta có *phản ứng phân hạch dây chuyền.*

c) *Điều kiện xảy ra phản ứng phân hạch dây chuyền*

Muốn có phản ứng dây chuyền phải xét *số nơtron trung bình k còn lại sa mỗi phân hạch* (còn gọi là hệ số nhân nơtron) có thể gây ra phân hạc tiếp theo.

- Nếu **k** < 1 phản ứng dây chuyền không xảy ra.
- Nếu **k** = 1, phản ứng dây chuyền tiếp diễn, nhưng không tăng vọt, năn lượng tỏa ra không đổi và có thể kiểm soát được. Đó là chế độ hoạt độn của các lò phản ứng hạt nhân.
- Nếu k > 1, dòng nơtron tăng liên tục theo thời gian, phản ứng dây chuyề không điều khiển được, năng lượng tỏa ra có sức tàn phá dữ dội (dẫn tớ vụ nổ nguyên tử).

Ngoài ra, để giảm thiểu số nơtron bị mất do thoát ra bên ngoài nhằm đả bảo có k ≥ 1, thì khối lượng nhiên liệu hạt nhân phải có một giá trị tố thiểu, gọi là *khối lượng tới hạn* m_{th}. Với U_{235} thì $m_{th} \approx$ 15kg, với pluton $m_{th} \approx$ 5kg.



Hình 24.1

d) *Lò phản ứng hạt nhân* là thiết bị trong đó phản ứng phân hạch dây chuyền tự duy trì, điều khiển được (Hình 24.1). Nhiên liệu phân hạch trong phần lớn các lò phản ứng hạt nhân hiện nay là ^{235}U hay ^{239}Pu, được chế tạo dưới dạng các *thanh nhiên liệu* (2). *Chất làm chậm nơtron* (1) là nước nặng (D_2O), nước thường, graphit, berili... Để đảm bảo cho k = 1, người ta dùng các thanh *điều khiển* (3) chứa bo, cađimi... là các chất có tác dụng hấp thụ mạnh nơtron. Khi số nơtron trong lò tăng lên quá nhiều (k > 1) người ta cho các thanh điều khiển ngập sâu vào vùng chứa nhiên liệu [illegible] để hấp thụ số nơtron thừa. Trong lò, động năng của các mảnh phân hạch và nơtron biến đổi thành năng lượng nhiệt. Nhiệt lượng tỏa ra được một chất lỏng làm nguội (gọi là *chất tải nhiệt*) tải đi theo các *ống dẫn* (4) chạy qua vùng tâm lò. Trong nhiều trường hợp người ta dùng nước để làm chậm, đồng thời làm chất tải nhiệt.

Năng lượng tỏa ra từ lò phản ứng không thay đổi theo thời gian.

- Việc tách riêng ^{235}U từ urani thiên nhiên rất phức tạp và tốn kém, nên các lò phản ứng hạt nhân thường dùng thanh nhiên liệu urani thiên nhiên đã *làm giàu* ^{235}U, tăng tỉ lệ ^{235}U đến vài hay vài chục phần trăm.
- Lò phản ứng hạt nhân là bộ phận chính của nhà máy điện hạt nhân.

2. Phản ứng nhiệt hạch

a) *Phản ứng nhiệt hạch* là phản ứng trong đó hai hạt nhân nhẹ tổng hợp lại thành hạt nhân nặng hơn, chỉ xảy ra được ở nhiệt độ rất cao.

Một số ví dụ : $^{2}_{1}\mathrm{H} + ^{2}_{1}\mathrm{H} \longrightarrow ^{3}_{2}\mathrm{He} + ^{1}_{0}\mathrm{n} + 4\ \mathrm{MeV}$

(phản ứng này tỏa ra năng lượng 4 MeV)

$$^{3}_{1}\mathrm{H} + ^{2}_{1}\mathrm{H} \longrightarrow ^{4}_{2}\mathrm{He} + ^{1}_{0}\mathrm{n} + 17{,}5\ \mathrm{MeV}$$

$$^{7}_{3}\mathrm{Li} + ^{2}_{1}\mathrm{H} \longrightarrow ^{4}_{2}\mathrm{He} + ^{4}_{2}\mathrm{He} + ^{1}_{0}\mathrm{n} + 15{,}1\ \mathrm{MeV}$$

b) *Điều kiện để phản ứng nhiệt hạch xảy ra :* Vì các hạt nhân đều là những hạt tích điện dương, nên muốn cho hai hạt nhân nhẹ có thể hợp lại thành hạt nhân nặng hơn, phải cung cấp cho chúng một động năng đủ lớn để thắng lực đẩy Cu-lông giữa chúng, và cho chúng tiến lại gần nhau đến mức mà lực hạt nhân phát huy tác dụng, làm chúng kết hợp với nhau.

Muốn có được động năng lớn như vậy, phải tạo ra nhiệt độ hàng trăm triệu độ.

Ngoài điều kiện nhiệt độ cao, để cho phản ứng nhiệt hạch có thể xảy ra thì cần thỏa mãn hai điều kiện nữa, đó là : mật độ hạt nhân n phải đủ lớn và thời gian Δt duy trì được nhiệt độ cao (cỡ 10^{8}K) phải đủ dài, sao cho tích số $n\Delta t \geq 10^{14}$ s/cm^{3} (điều kiện Lo-sơn).

c) Phản ứng nhiệt hạch trong lòng Mặt Trời và các sao là nguồn gốc năng lượng của chúng.

Trên Trái Đất phản ứng nhiệt hạch không kiểm soát được đã xảy ra trong vụ nổ bom nhiệt hạch (hay bom H).

- Các nhà bác học đang nghiên cứu thực hiện phản ứng nhiệt hạch dưới dạng kiểm soát được bằng nhiều phương pháp và thiết bị khác nhau (ví dụ như thiết bị To-ka-mak, trong đó các hạt nhân được "giam hãm" trong "bẫy từ" rồi dùng chùm tia laze cực mạnh chiếu vào chúng).

Nếu thực hiện được phản ứng nhiệt hạch kiểm soát được loài người sẽ có một nguồn năng lượng dồi dào và không gây ô nhiễm môi trường.

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Cho phản ứng phân hạch :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{95}_{42}M_0 + ^{139}_{57}La + 2^{1}_{0}n + 7^{0}_{-1}e^- + 7^{0}_{0}\bar{v}$$

Biết $m_U = 234,99u$; $m_n = 1,01u$; $m_{Mo} = 94,88u$; $m_{La} = 138,87u$. Bỏ qua khối lượng của êlectron.

Hỏi năng lượng tỏa ra từ phản ứng trên bằng bao nhiêu ?

Bài giải

Sử dụng công thức $W = (m_0 - m)c^2$ ta được :

$$W = [(m_U + m_n) - (m_{Mo} + m_{La} + 2m_n)].931,5$$

$$W = 214,25\ MeV = 342,8.10^{-13}J$$

Năng lượng tỏa ra là $343.10^{-13}J$.

Ví dụ 2. Trong nước thường có 0,015% nước nặng (D_2O). Người ta dùng đơteri (D) làm nhiên liệu cho phản ứng nhiệt hạch.

a) Trong 1kg nước thường chứa bao nhiêu hạt nhân đơteri ?

b) Với 1kg nước thường, ta có thể thu được bao nhiêu năng lượng từ phản ứng nhiệt hạch ?

Bài giải

a) Khối lượng nước nặng (D_2O) chứa trong 1kg nước thường (H_2O) :

$$m_{D_2O} = \frac{0,015}{100}.1000 = 0,15g$$

Số phân tử D_2O có trong 0,15g nước nặng :

$$N_{D_2O} = \frac{m_{D_2O}}{M_{D_2O}}.N_A = \frac{0,15}{20}.6,02.10^{23} = 4,515.10^{21}\text{ phân tử.}$$

Mỗi phân tử D_2O có 2 nguyên tử D, suy ra số nguyên tử D là :

$$N_D = 2N_{D_2O} = 9,03.10^{21}\text{ nguyên tử.}$$

b) Phản ứng nhiệt hạch với nhiên liệu là đơteri : $D + D \longrightarrow T + p$

Gọi M_0 và M lần lượt là khối lượng các hạt nhân trước và sau phản ứng :

$$M_0 = 2.m_D = 4,0272u$$

$$M = m_T + m_p = 4,0233u$$

Năng lượng tỏa ra trong mỗi phản ứng :

$$\Delta E = (M_0 - M)c^2 = 3,6309\ MeV$$

Cứ mỗi phản ứng chỉ cần 2 nguyên tử đơteri.

Vậy năng lượng thu được từ 1kg nước thường :

$$E = 3,6309.\frac{9,03.10^{21}}{2} = 16,4.10^{21}\ MeV.$$

Ví dụ 3. Phản ứng nhiệt hạch là :

A. phản ứng phân tích một hạt nhân ở nhiệt độ cao.

B. phản ứng phân chia hạt nhân nặng ở nhiệt độ cao thành hạt nhân nhẹ bền vững hơn.

C. phản ứng kết hợp hai hạt nhân nhẹ thành một hạt nhân nặng hơn ở nhiệt độ rất cao.

D. phản ứng phóng xạ ở nhiệt độ cao.

Hướng dẫn chọn đáp án

Phản ứng nhiệt hạch là phản ứng kết hợp hai hạt nhân nhẹ thành một hạt nhân nặng hơn ở nhiệt độ rất cao. *Chọn C.*

Ví dụ 4. Phản ứng nhiệt hạch và phản ứng phân hạch là hai phản ứng hạt nhân trái ngược nhau vì :

A. một phản ứng tỏa và một phản ứng thu năng lượng.

B. một phản ứng là tổng hợp hai hạt nhân nhẹ thành một hạt nhân nặng hơn, phản ứng kia là sự vỡ một hạt nhân nặng thành hai hạt nhân nhẹ hơn.

C. một phản ứng diễn ra rất chậm và phản ứng xảy ra rất nhanh.

D. một phản ứng xảy ra ở nhiệt độ thấp, phản ứng kia xảy ra ở nhiệt độ cao.

Hướng dẫn chọn đáp án

Phản ứng nhiệt hạch và phản ứng phân hạch là hai phản ứng hạt nhân trái ngược nhau vì một phản ứng là tổng hợp hai hạt nhân nhẹ thành một hạt nhân nặng hơn, phản ứng kia là sự vỡ một hạt nhân nặng thành hai hạt nhân nhẹ hơn. *Chọn B.*

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

24.1. Xét phản ứng sau : ${}_1^2D + {}_1^3T \longrightarrow {}_2^4He + n$.

Phản ứng trên tỏa hay thu năng lượng và bao nhiêu ?

Cho biết độ hụt khối khi tạo thành các hạt nhân ${}_1^2D$, ${}_1^3T$ và ${}_2^4He$ lần lượt là $\Delta m_D = 0{,}0024u$; $\Delta m_T = 0{,}0087u$; $\Delta m_{He} = 0{,}0305u$. Cho $1u = 931{,}5\ MeV/c^2$.

24.2. Xét phản ứng sau : ${}_1^2D + {}_1^3T \longrightarrow {}_2^4He + n + W$

Tính tỉ số $\dfrac{W_d}{W}$ giữa động năng của nơtron sinh ra và năng lượng tỏa ra của phản ứng hạt nhân.

24.3. Cho phản ứng phân hạch : ${}_{92}^{235}U + n \longrightarrow {}_{54}^{139}Xe + {}_{38}^{95}Sr + 2n$

Biết khối lượng của các hạt nhân ${}^{235}U$; ${}^{139}Xe$; ${}^{95}Sr$; ${}_0^1n$ lần lượt là :

235,0439u; 138,9184u; 94,9245u; 1,0087u và 1u = 931,5MeV.

Hỏi năng lượng mà 1kg ^{235}U phân hạch hoàn toàn tỏa ra bằng bao nhiêu ?

24.4. Cho phản ứng nhiệt hạch : $_{1}^{3}H + _{1}^{2}H \longrightarrow _{2}^{4}He + _{0}^{1}n + 17,5$ MeV.

Hỏi năng lượng tỏa ra trong phản ứng trên khi 1kg heli được tạo thàn là bao nhiêu ? Hãy so sánh với năng lượng tỏa ra khi 1kg ^{235}U phân hạch

24.5. Sự phân hạch là sự vỡ một hạt nhân nặng

A. thường xảy ra một cách tự phát.

B. thành hai hạt nhân nhẹ hơn, do hấp thụ một nơtron.

C. thành hai hạt nhân nhẹ hơn và một vài nơtron, sau khi hấp thụ mộ nơtron chậm.

D. thường xảy ra ở trạng thái kích thích và ở nhiệt độ rất cao.

24.6. Phản ứng nhiệt hạch xảy ra ở

A. nhiệt độ bình thường.

B. nhiệt độ thấp.

C. nhiệt độ rất cao.

D. áp suất rất cao.

24.7. Gọi k là hệ số nhân nơtron, thì điều kiện cần và đủ để phản ứng dâ chuyền có thể xảy ra là :

A. $k > 1$

B. $k = 1$

C. $k < 1$

D. $k \geq 1$.

24.8. Trong các nhà máy điện hạt nhân hoạt động bình thường hiện nay, phản ứng nào xảy ra trong lò phản ứng hạt nhân của nhà máy để cung cấ năng lượng cho nhà máy hoạt động ?

A. Phản ứng phân hạch dây chuyền không điều khiển.

B. Phản ứng nhiệt hạch có thể kiểm soát được.

C. Phản ứng phân hạch dây chuyền có thể kiểm soát được.

D. Phản ứng phân hạch với hệ số nhân nơtron $k < 1$.

ÔN TẬP CHƯƠNG VII

VII.1. Hiện nay trong quặng thiên nhiên có cả U238 và U235 theo tỉ lệ 140 : 1 Giả thiết ở thời điểm hình thành Trái Đất tỉ lệ trên là 1 : 1. Biết chu k bán rã của U238 và U235 là $T_1 = 4,5.10^9$ năm, $T_2 = 0,713.10^9$ năm. Tính tuổi của Trái Đất.

VII.2. Urani $_{93}^{238}U$ có chu kì bán rã $4,5.10^9$ năm, phóng xạ α thành thôri $_{90}^{234}Th$. Hỏi sau 2 chu kì bán rã có bao nhiêu gam $_{2}^{4}He$ được tạo thành ? Biết ban đầu urani có 23,8g.

VII.3. Ban đầu có một mẫu chất phóng xạ nguyên chất X với chu kì bán rã T. Cứ một hạt nhân X sau khi phóng xạ tạo thành một hạt nhân Y. Chứng tỏ rằng nếu hiện nay trong mẫu chất đó tỉ lệ số nguyên tử của chất Y và chất X là k thì tuổi của mẫu chất được xác định theo hệ thức sau :

$$t = T\frac{\ln(1 + k)}{\ln 2}.$$

VII.4. Silic $^{31}_{14}Si$ là chất phóng xạ, phát ra hạt β^- và biến thành hạt nhân X.

a) Viết phương trình phân rã.

b) Ban đầu, trong thời gian 5 phút, một mẫu chất phóng xạ $^{31}_{14}Si$ có 190 nguyên tử bị phân rã. Nhưng sau 3 giờ, cũng trong thời gian 5 phút, chỉ có 85 nguyên tử bị phân rã. Xác định chu kì bán rã của $^{31}_{14}Si$.

VII.5. Hạt nhân rađi $^{226}_{88}Ra$ phóng xạ anpha, tạo thành rađon $^{222}_{88}Rn$. Tính năng lượng tỏa ra trong phản ứng phóng xạ này. Biết khối lượng của rađi $^{226}_{88}Ra$ là 226,025406u, của $^{222}_{88}Rn$ là 222,017574u, của hạt nhân $^{4}_{2}He$ là 4,002603u.

VII.6. Hạt nhân triti (T) và đơteri (D) tham gia phản ứng nhiệt hạch sinh ra hạt α và hạt nơtron.

Cho biết độ hụt khối của hạt nhân triti là $\Delta m_T = 0,0087u$; của hạt nhân đơteri là $\Delta m_D = 0,0024u$; của hạt nhân X là $\Delta m_\alpha = 0,0305u$;

$1u = 931,5\ MeV/c^2$; $1MeV = 1,6.10^{-13}J$.

Năng lượng tỏa ra từ phản ứng trên là :

A. $2,89.10^{-12}J$ B. $2,89.10^{-6}J$

C. 1,806 MeV D. 0,186 MeV.

VII.7. Cho phản ứng hạt nhân $^{1}_{0}n + ^{6}_{3}Li \longrightarrow T + \alpha + 4,8\ MeV$.

Cho biết $m_n = 1,0087u$; $m_T = 3,016u$; $m_\alpha = 4,0015u$; $1u = 931\ MeV/c^2$.

Khối lượng của hạt nhân Li có giá trị bằng :

A. 6,1139u B. 6,0869u C. 6,411u D. 6,0139u.

VII.8. Hạt nhân $^{238}_{92}U$ phóng xạ α. Biết hạt α có động năng $W_\alpha = 1,5MeV$. Coi như tỉ số khối lượng các hạt nhân bằng tỉ số các khối tương ứng. Năng lượng tỏa ra từ phản ứng là :

A. 1,715 MeV B. 3,225 MeV

C. 1,526 MeV D. 2,5 MeV.

VII.9. Trong quá trình biến đổi hạt nhân, khi một hạt nhân $^{238}_{92}U$ biến đổi thành một hạt nhân $^{234}_{92}U$ thì đã có bao nhiêu hạt α, bao nhiêu êlectron được phóng ra ?

VII.10. Tính năng lượng tỏa ra trong quá trình phóng xạ anpha của $^{210}_{84}Po$. Cho biết $m(^{210}_{84}Po) = 209,98285u$; $m(^{206}_{82}Pb) = 205,97440u$; $m(^{4}_{2}He) = 4,00260u$.

VII.11. Lực hạt nhân ***không*** có đặc điểm nào dưới đây ?

A. Có cường độ tỉ lệ nghịch với khoảng cách giữa các nuclôn.

B. Có bản chất khác lực hấp dẫn hoặc lực điện từ.

C. Là loại lực mạnh nhất trong các lực đã biết.

D. Có bán kính tác dụng rất nhỏ, cỡ bằng kích thước hạt nhân.

VII.12. Phát biểu nào sau đây ***sai*** khi nói về tia α ?

A. Tia α thực chất là hạt nhân ^4_2He.

B. Khi đi trong không khí, tia α làm ion hóa không khí và mất dần năng lượng.

C. Tia α phóng ra từ hạt nhân với tốc độ của ánh sáng.

D. Khi đi qua điện trường giữa hai bản tụ điện, tia α bị lệch về phía bản âm của tụ điện.

VII.13. Có 1kg chất phóng xạ $^{60}_{27}Co$ với chu kì bán rã T = 5,33 năm. Sau bao lâu có 984,375g của chất phóng xạ đó đã bị phân rã.

A. 60 năm B. 16 năm C. 48 năm D. 32 năm.

VII.14. Một hạt nhân có năng lượng liên kết càng lớn thì :

A. càng dễ bị phá vỡ.

B. độ hụt khối càng lớn.

C. năng lượng liên kết riêng càng lớn.

D. năng lượng liên kết riêng càng nhỏ.

VII.15. Người ta dùng prôtôn bắn phá hạt nhân ^9_4Be đứng yên. Phản ứng cho ta hạt α và hạt nhân X. Biết động năng của prôtôn W_p = 5,4 MeV, của hạt α là W_α = 4,5 MeV. Các vectơ vận tốc của prôtôn và của hạt α vuông góc nhau. Coi như khối lượng của một hạt nhân tính bằng đơn vị u có giá trị bằng số khối A của chúng. Động năng của hạt X là :

A. 3,9 MeV B. 3,0 MeV C. 1,65 MeV D. 0,9 MeV.

VII.16. Trong chuỗi phóng xạ $^{238}_{92}U \rightarrow ^{222}_{88}Rn$, số hạt phóng xạ α và hạt phóng xạ β^- lần lượt là :

A. 2 và 4 B. 4 và 2 C. 6 và 6 D. 6 và 4.

VII.17. Trong số các phản ứng phân rã α, β^- và γ, hạt nhân bị phân rã sẽ mất nhiều năng lượng hơn cả ở loại phân rã nào ?

A. α B. β^- C. γ D. γ và β^-.

VII.18. Kí hiệu các dạng phóng xạ như sau : (1) Phóng xạ α; (2) Phóng xạ β^-; (3) Phóng xạ β^+; (4) Phóng xạ γ.

Ở dạng phóng xạ nào kể trên, hạt nhân bị phân rã chuyển từ trạng thái kích thích về trạng thái có mức năng lượng thấp hơn ?

A. (1)   B. (4)   C. (2) và (3)   D. (1) và (2).

VII.19. Cho phản ứng hạt nhân ${}_{1}^{3}H + {}_{1}^{2}H \rightarrow \alpha + n + 17,6$ MeV.

Biết số Avôgađrô $N_A = 6,02.10^{23}$ mol^{-1}.

Năng lượng tỏa ra khi tổng hợp được 1g khí heli là :

A. $423,8.10^7$J   B. $645,3.10^7$J

C. $423,8.10^9$J   D. $645,3.10^9$J.

VII.20. Hạt α có khối lượng 4,0015u, khối lượng của prôtôn là 1,0073u và khối lượng của nơtron là 1,0087u; số Avôgađrô $N_A = 6,02.10^{23}$ mol^{-1};

1u = 931,5 MeV/c^2.

Năng lượng tỏa ra khi tạo thành 1 mol khí heli là :

A. $4,54.10^{12}$J   B. $3,5.10^{12}$J

C. $2,74.10^{12}$J   D. 2,84 MeV.

Chương VIII. TỪ VI MÔ ĐẾN VĨ MÔ

CHUẨN KIẾN THỨC, KĨ NĂNG CẦN ĐẠT

Kiến thức

- Nêu được hạt sơ cấp là gì.
- Nêu được tên một số hạt sơ cấp.
- Nêu được sơ lược về cấu tạo của hệ Mặt Trời.
- Nêu được sao là gì, thiên hà là gì.

BÀI 25 CÁC HẠT SƠ CẤP

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. **Hạt sơ cấp** (đôi khi còn gọi là hạt cơ bản) là hạt nói chung có kích thướ và khối lượng nhỏ hơn hạt nhân nguyên tử. Ví dụ : êlectron, prôtôn nơtron.

a) *Các đặc trưng chính của hạt sơ cấp*

- *Khối lượng nghỉ m_0 :* Phôtôn có $m_0 = 0$.

  Thay cho m_0, người ta còn thường dùng năng lượng nghỉ E_0.

  Ví dụ : êlectron có $m_0 = 9{,}1.10^{-31}$kg và $E_0 = 0{,}511$MeV

  prôtôn có $m_0 = 1{,}7626.10^{-27}$kg và $E_0 = 983{,}3$ MeV.

- *Điện tích :* Hạt sơ cấp có thể có điện tích Q = +1 (tính theo đơn vị đo là điện tích nguyên tố e), hoặc Q = –1, hoặc Q = 0 (hạt trung hòa).

- *Spin :* Mỗi hạt sơ cấp có momen động lượng riêng và momen từ riêng đặc trưng cho chuyển động nội tại và bản chất của hạt. Momen động lượng riêng của hạt bằng $s\frac{h}{2\pi}$ (h là hằng số plăng), s gọi là số lượng tử spin, gọi tắt là spin. Chẳng hạn prôtôn, nơtron có spin $s = \frac{1}{2}$, phôtôn có spin bằng 1.

- *Thời gian sống trung bình $\bar{\tau}$:* Chỉ có 4 hạt bền (prôtôn, êlectron, phôtôn, nơtrinô) có $\bar{\tau} = \infty$. Trừ nơtron có thời gian sống dài ($\bar{\tau} = 932$s) còn các hạt không bền khác đều có thời gian sống rất ngắn, cỡ từ 10^{-24}s đến 10^{-6}s.

b) Phản hạt

- Phần lớn các hạt sơ cấp đều tạo thành cặp, mỗi cặp gồm hai hạt, gọi là hạt và phản hạt của nó, có khối lượng nghỉ, spin và thời gian sống trung bình như nhau, còn điện tích thì có trị số như nhau nhưng trái dấu. Chẳng hạn, êlectron và phản hạt của nó là pôzitron, có cùng khối lượng nghỉ m_e và spin bằng $\frac{1}{2}$ nhưng có điện tích tương ứng bằng -1 và $+1$. Phản hạt của prôton là antiprôton có $Q = -1$.
- Trong quá trình tương tác của các hạt sơ cấp, có thể xảy ra hiện tượng *hủy một cặp hạt + phản hạt* có khối lượng nghỉ khác 0 thành các phôton, hoặc cùng một lúc *sinh ra một cặp "hạt + phản hạt"* từ các phôton. Ví dụ như các quá trình hủy cặp hoặc sinh cặp "êlectron + pôzitron" :

$$e^+ + e^- \longrightarrow \gamma + \gamma,$$

$$\gamma + \gamma \longrightarrow e^+ + e^-$$

2. Phân loại các hạt sơ cấp (theo khối lượng nghỉ tăng dần)

- *Phôton*
- *Lepton*, gồm các hạt như êlectron, muyon...
- *Mêzôn*, gồm các hạt có khối lượng trung bình, trong khoảng $200 \div 900m_e$, gồm mêzôn π (piôn π^+, π^-, π^0), mêzôn K (m_e là khối lượng êlectron).
- *Barion*, gồm các hạt nặng có khối lượng bằng hoặc lớn hơn khối lượng prôtôn. Có 2 nhóm : nuclôn và hipêron.

  Tập hợp các mêzôn và các barion có tên chung là *hađrôn*.

3. Tương tác của các hạt sơ cấp. Hạt quác

a) Có 4 loại tương tác của các hạt sơ cấp

- *Tương tác hấp dẫn* : là tương tác giữa các hạt vật chất có khối lượng (hạt truyền tương tác là graviton).
- *Tương tác điện từ* : là tương tác giữa các hạt mang điện, có cường độ mạnh hơn tương tác hấp dẫn trong khoảng 10^{37} lần (hạt truyền tương tác là phôtôn (ảo)).
- *Tương tác yếu* : là tương tác giữa các hạt trong phân rã β, có cường độ yếu hơn tương tác điện từ khoảng 10^{12} lần (hạt truyền tương tác là các hạt $W^{\pm}$, Z^0).
- *Tương tác mạnh* : là tương tác giữa các nuclon trong hạt nhân và giữa các hạt quác, có cường độ mạnh hơn tương tác điện từ khoảng hơn 100 lần (hạt truyền tương tác là mêzôn π (ảo) và hạt gluôn (giữa các quác)).

b) Hạt quác

- Tất cả các hađrôn đều cấu tạo từ các hạt quác.
- Có 6 loại quác, kí hiệu u, d, s, c, b, t và 6 phản quác, kí hiệu $\bar{u}$, $\bar{d}$, $\bar{s}$, $\bar{c}$, $\bar{b}$, $\bar{t}$. Điện tích của các quác và phản quác bằng $\pm\frac{e}{3}$, $\pm\frac{2e}{3}$. Cụ thể là các quác u, d, s, c, b, t

có điện tích lần lượt bằng : $+\frac{2e}{3}; -\frac{e}{3}; -\frac{e}{3}; +\frac{2e}{3}; -\frac{e}{3}$ và $+\frac{2e}{3}$. Hiện nay *chưa quan sát được các hạt quác tự do.*

- Các barion là tổ hợp của ba quác. Prôtôn được tạo nên từ 3 quác (u, u, d) (Hình 25.1a); prôton được tạo nên từ 3 quác (u, d, d) (Hình 25.1b).

a) b)

Hình 25.1

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Hạt nào sau đây ***không*** phải là hạt sơ cấp ?

A. Hạt β^- B. Hạt β^+ C. Hạt γ D. Hạt α.

Hướng dẫn chọn đáp án

Hạt α là hạt nhân nguyên tử hêli nên nó không phải là hạt sơ cấp.

Chọn D.

Ví dụ 2. Hadrôn là tên gọi chung của các loại hạt sơ cấp nào ?

A. Leptôn và mêzôn B. Leptôn và phôtôn

C. Barion và mêzôn D. Nuclôn và mêzôn.

Hướng dẫn chọn đáp án

Các hạt barion và mêzôn được gọi chung là hadron. *Chọn C.*

Ví dụ 3. Chọn phát biểu ***sai*** :

A. Các phôton có khối lượng nghỉ bằng 0.

B. Các leptôn gồm các hạt nhẹ có khối lượng nghỉ nhỏ hơn $200m_e$ (m_e là khối lượng của êlectron).

C. Barion gồm các hạt nặng có khối lượng lớn hơn hoặc bằng khối lượng prôtôn

D. Mêzôn gồm các hạt có khối lượng nghỉ nhỏ hơn các hạt leptôn.

Hướng dẫn chọn đáp án

Mêzôn gồm các hạt có khối lượng lớn hơn khối lượng các hạt leptôn; nó nằm trong khoảng từ $200m_e$ đến $900m_e$.

Chọn D.

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

25.1. Hạt nơtrinô (được nhà vật lí Pauli, người Áo, tiên đoán sự tồn tại của nó trong phân rã β) thuộc loại hạt sơ cấp nào dưới đây ?

(1) Phôtôn; (2) Leptôn; (3) Hadrôn.

A. (1) B. (2) C. (3) D. Tổ hợp của (1) và (3).

5.2. Pôzitron là phản hạt của :

A. êlectron B. prôtôn C. nơtrinô D. nơtron.

5.3. Có bốn loại tương tác cơ bản đối với các hạt sơ cấp, được kí hiệu :

(1) tương tác mạnh; (2) tương tác yếu; (3) tương tác điện từ; (4) tương tác hấp dẫn.

Tương tác giữa các nuclôn trong hạt nhân thuộc loại tương tác nào kể trên ?

A. (1) B. (2) C. (3) D. (4).

5.4. Cho các loại hạt sơ cấp sau : (1) phôtôn; (2) barion; (3) leptôn; (4) mêzôn.

Hạt nơtrinô (được nhà vật lí Pauli, người Áo, tiên đoán sự tồn tại của nó trong phân rã β) thuộc loại nào kể trên ?

A. (1) B. (2) C. (3) D. (4).

5.5. Cho ba loại hạt sau : (1) phôtôn; (2) leptôn; (3) hađrôn. Hạt pôzitron thuộc loại nào kể trên ?

A. (1) B. (2) C. (3) D. Tổ hợp của (1) và (3).

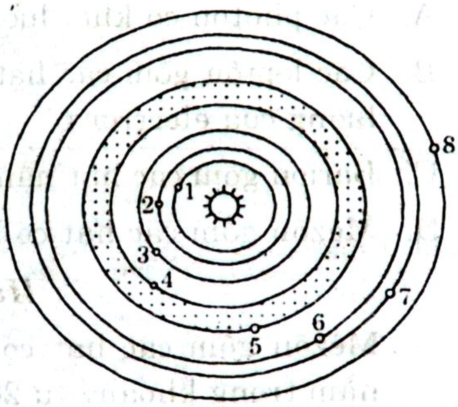
BÀI 26 CẤU TẠO VŨ TRỤ

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Hệ Mặt Trời

a) Hệ Mặt Trời bao gồm (Hình 26.1) :

- *Mặt Trời* ở trung tâm Hệ (và là thiên thể duy nhất nóng sáng);
- *Tám hành tinh lớn* : xung quanh đa số các hành tinh này còn có các *vệ tinh* chuyển động (Trái Đất có một vệ tinh là Mặt Trăng);
- Các hành tinh tí hon gọi là *tiểu hành tinh*, các *sao chổi*, *thiên thạch*... Giữa quỹ đạo Hỏa tinh và Mộc tinh người ta đã phát hiện được hàng ngàn tiểu hành tinh.



(1) Thuỷ tinh; (2) Kim tinh; (3) Trái Đất; (4) Hoả tinh; (5) Mộc tinh; (6) Thổ tinh; (7) Thiên Vương tinh; (8) Hải Vương tinh.

Hình 26.1. Hệ Mặt Trời

Nếu kể từ Mặt Trời ra xa, thì tám hành tinh lớn lần lượt có tên gọi là : Thủy tinh (còn gọi là Sao Thủy), Kim tinh (Sao Kim), Trái Đất, Hỏa tinh (Sao Hỏa), Mộc tinh (Sao Mộc), Thổ tinh (Sao Thổ), Thiên Vương tinh (hay Thiên tinh) và Hải Vương tinh (hay Hải tinh).

Để đo khoảng cách từ các hành tinh đến Mặt Trời, người ta dùng *đơn vị thiên văn* (kí hiệu đvtv). 1 đvtv bằng khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trời, xấp xỉ bằng 150 triệu kilômét. Đường kính của Hệ Mặt Trời khoảng 60 đơn vị thiên văn.

- Tất cả các hành tinh đều chuyển động quanh Mặt Trời theo cùng một chiều (chiều thuận), và các quỹ đạo của chúng gần như nằm trong cùng một mặt phẳng. Mặt Trời và các hành tinh đều quay quanh mình nó và đều quay theo chiều thuận (trừ Kim tinh).

  Toàn bộ Hệ Mặt Trời quay quanh trung tâm của Thiên Hà của chúng ta.

b) ***Mặt Trời*** là một ngôi sao có khối lượng khoảng $1,99.10^{30}$kg, có nhiệt độ bề mặt là 6000K, nhiệt độ trong lòng Mặt Trời lên đến vài chục triệu độ, tại đó xảy ra các phản ứng nhiệt hạch.

- Lượng năng lượng bức xạ của Mặt Trời truyền vuông góc tới một đơn vị diện tích cách nó 1 đơn vị thiên văn trong một đơn vị thời gian được gọi là *hằng số Mặt Trời*, có giá trị $H = 1360\ W/m^2$. Công suất bức xạ của năng lượng Mặt Trời bằng $3,9.10^{26}$W.

- Mặt Trời có cấu tạo từ trong ra ngoài gồm hai phần : quang cầu (có bán kính khoảng 7.10^5km, nhiệt độ bề mặt khoảng 6000K) và khí quyển Mặt Trời (được phân thành hai lớp là sắc cầu ở trong và nhật hoa ở ngoài). Ở *thời kì hoạt động của Mặt Trời* có xuất hiện nhiều dấu vết trên Mặt Trời, đó là : vết đen (màu sẫm tối, nhiệt độ khoảng 4000K); bùng sáng (nơi phóng mạnh ra tia X và dòng hạt tích điện, gọi là "gió Mặt Trời"), tai lửa (các "lưỡi" lửa phun cao trên sắc cầu). Chu kì hoạt động của Mặt Trời có trị số trung bình là 11 năm.

c) Trái Đất có dạng phỏng cầu (hơi dẹt ở hai cực), có bán kính xấp xỉ bằng 6400km, có khối lượng $5,98.10^{24}$kg, có trục quay quanh nó hợp với pháp tuyến của mặt phẳng quỹ đạo quanh Mặt Trời một góc 23°27'.

d) Sao chổi là loại "hành tinh" chuyển động quanh Mặt Trời theo các quỹ đạo elip rất dẹt, có kích thước nhỏ (đường kính chừng vài kilômét), cấu tạo bởi các chất dễ bốc hơi như tinh thể băng, amôniac, mêtan...; có chu kì chuyển động khoảng từ vài năm đến trên 150 năm. Khi đến gần Mặt Trời, sao chổi bị "thổi" ra thành một cái đuôi.

e) Thiên thạch là những khối đá chuyển động quanh Mặt Trời với tốc độ hàng chục km/s theo các quỹ đạo khác nhau. Khi bay gần Trái Đất thiên thạch sẽ bị hút vào Trái Đất, bay vào khí quyển Trái Đất, bị ma sát mạnh, nóng sáng và bốc cháy (thành vệt sáng gọi là *sao băng*) và có thể va chạm với Trái Đất.

2. Sao

a) Sao là khối khí nóng sáng, giống như Mặt Trời. Xung quanh một số sao còn có các hành tinh chuyển động, giống như hệ Mặt Trời.

- Khối lượng của các sao có giá trị nằm trong khoảng từ 0,1 lần đến vài chục lần (đa số 5 lần) khối lượng Mặt Trời. Bán kính của các sao có giá trị nằm trong một khoảng rất rộng, từ khoảng một phần nghìn lần bán kính Mặt Trời (ở *sao trắt*) đến gấp hàng nghìn lần bán kính Mặt Trời (ở *sao kềnh*). Nhiệt độ bề mặt T_s của các sao rất khác nhau do cường độ phản ứng nhiệt hạch ở mỗi sao một khác. Sao "nóng" nhất có $T_s = 50000K$, có màu xanh lam khi ta nhìn nó từ Trái Đất. Sao "nguội" nhất có $T_s = 3000K$, có màu đỏ. Mặt Trời có $T_s = 6000K$, có màu vàng.

b) Các loại sao

Đa số các sao tồn tại trong trạng thái ổn định, có kích thước, nhiệt độ... không đổi trong một thời gian dài, chẳng hạn như Mặt Trời.

Ngoài ra có một số sao đặc biệt :

- *Sao biến quang*, có độ sáng thay đổi.
- *Sao mới*, có độ sáng tăng đột ngột lên hàng ngàn, hàng vạn lần, hoặc hàng triệu lần (ở *sao siêu mới*), sau đó độ sáng giảm từ từ.
- *Sao nơtron* (cấu tạo từ các nơtron với mật độ cực lớn, tới 10^{14} g/cm^3) và *punxa* (là lõi sao nơtron, có bán kính 10km, phát xung bức xạ mạnh).
- *Lỗ đen*, cũng cấu tạo từ các nơtron, có trường hấp dẫn cực mạnh, thu hút mọi vật thể, kể cả ánh sáng.
- *Tinh vân*, là những đám mây sáng, đó là những đám bụi khổng lồ được rọi sáng bởi các sao gần đó, hoặc là những đám khí bị ion hóa được phóng ra từ một sao mới hay sao siêu mới.

c) Khái quát về sự tiêu hóa của các sao

- Sao nguyên thủy được tạo thành ở trung tâm một tinh vân dày đặc (đó là một đám "mây" khí và bụi vừa quay, vừa co lại, do tác dụng của lực hấp dẫn, vật chất dần dần tập trung ở giữa, sau vài chục nghìn năm). Vì mới "ra đời", sao chưa nóng nên chỉ phát ra bức xạ hồng ngoại. Sao tiếp tục co lại và nóng dần (trong lòng sao bắt đầu xảy ra phản ứng nhiệt hạch), bắt đầu trở thành ngôi sao sáng tỏ. Nhiệt độ trong lòng các sao lên đến hàng chục triệu độ.
- Khi "nhiên liệu" trong sao cạn kiệt, sao biến đổi thành các thiên thể khác tùy thuộc vào khối lượng của nó.

  Các sao có khối lượng cỡ khối lượng Mặt Trời, có thể "sống" tới 10 tỉ năm, sau đó biến đổi thành sao trắt trắng.

  Các sao có khối lượng lớn hơn Mặt Trời (từ 5 lần trở lên) thì chỉ "sống" được khoảng 100 triệu năm, nhiệt độ của sao giảm dần và sao trở thành sao kềnh đỏ, sau đó sao tiếp tục tiến hóa và trở thành sao nơtron (punxa) hoặc một lỗ đen.

3. Thiên hà

Các sao tồn tại trong vũ trụ thành những hệ thống tương đối độc lập với nhau. Hệ thống sao gồm nhiều loại sao và tinh vân gọi là *thiên hà*.

a) Các loại thiên hà

Qua các kính thiên văn, các thiên hà hiện ra dưới nhiều dạng. Tuy nhiên, về đại thể có ba loại thiên hà chính :

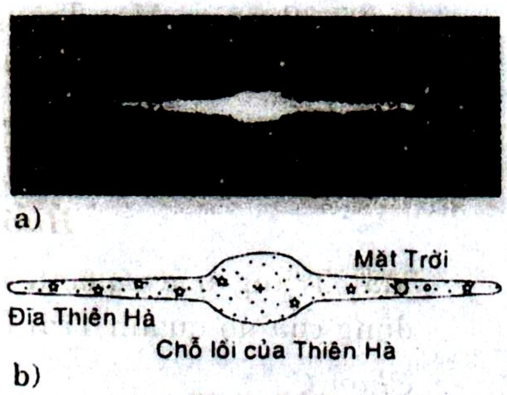
- Thiên hà có hình dạng dẹt như cái đĩa có những cánh tay xoắn ốc, chứa nhiều khí, gọi là *thiên hà xoắn ốc*.
- Thiên hà hình elip, chứa ít khí và có khối lượng trải ra trên *một dải rộng*, gọi là *thiên hà elip*. Có một loại thiên hà elip lớn là nguồn phát sóng vô tuyến điện rất mạnh.
- Thiên hà không có hình dạng xác định, trông như những đám mây, gọi là *thiên hà không định hình* (hay *thiên hà không đều*), ví dụ hai thiên hà Ma-gien-lăng.

Đường kính của các thiên hà vào khoảng 100000 năm ánh sáng.

Toàn bộ các sao trong mỗi thiên hà đều quay xung quanh trung tâm thiên hà.

b) Thiên Hà của chúng ta (Hình 26.2), thường gọi là *Ngân hà* :

Vào những đêm trời trong, không trăng ta thấy một dải sáng vắt ngang bầu trời, đó là hình chiếu của Thiên Hà trên vòm trời. Thiên Hà của chúng ta thuộc loại thiên hà xoắn ốc, có đường kính khoảng 100000 nghìn năm ánh sáng, chứa vài trăm tỉ sao, có khối lượng vào khoảng 150 tỉ khối lượng Mặt Trời. Nó là một hệ phẳng giống như một cái đĩa, phần giữa phình to (dày khoảng 15000 năm ánh sáng). Hệ Mặt Trời nằm cách trung tâm Thiên Hà trên 30000 năm ánh sáng và quay quanh tâm Thiên Hà với tốc độ 250 km/s. Ở trung tâm Thiên Hà có một nguồn phát bức xạ hồng ngoại và sóng vô tuyến điện.



Hình 26.2

c) Các thiên hà có xu hướng hợp lại với nhau thành các *nhóm (hay đám) thiên hà* gồm từ vài chục đến vài nghìn thiên hà.

d) ***Quaza*** là loại cấu trúc mới, nằm ngoài các thiên hà, phát xạ mạnh một cách bất thường các sóng vô tuyến điện và tia X; công suất phát xạ của các quaza lớn đến mức mà người ta cho rằng các phản ứng nhiệt hạch không đủ để cung cấp năng lượng cho quá trình phát xạ này.

II. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Ví dụ 1. Chọn phát biểu ***sai***.

A. Thiên hà là một hệ thống gồm nhiều sao và tinh vân.

B. Tinh vân là những đám bụi khổng lồ phát sáng giống như các ngôi sao.

C. Sao là một khối khí nóng sáng như Mặt Trời.

D. Thiên hà là một hệ thống gồm nhiều sao và tinh vân.

Hướng dẫn chọn đáp án

Tinh vân là những đám bụi khổng lồ được rọi sáng bởi các ngôi sao gần đấy hoặc là những đám khí bị ion hóa được phóng ra từ một sao mới hay siêu mới. Tinh vân không phát sáng như các ngôi sao.

Chọn B.

Ví dụ 2. Chọn phát biểu ***sai***.

A. Trái Đất có dạng phỏng cầu (hơi dẹt ở hai cực), gồm một lõi được cấu tạo chủ yếu bởi sắt và niken và một lớp vỏ được cấu tạo chủ yếu bởi đá granit.

B. Trái Đất chuyển động quanh Mặt Trời theo quỹ đạo gần tròn với chu kì 356,25 ngày (1 năm). Trái Đất quay quanh trục của nó với chu kì 23 giờ 56 phút (1 ngày).

C. Mặt Trăng là vệ tinh của Trái Đất, chuyển động quanh Trái Đất với chu kì 27,32 ngày. Mặt Trăng quay quanh trục của nó với chu kì gấp đôi chu kì chuyển động của nó quanh Trái Đất.

D. Mặt Trăng có nhiều ảnh hưởng đến Trái Đất, rõ rệt nhất là gây ra hiện tượng thủy triều.

Hướng dẫn chọn đáp án

Mặt Trăng quay quanh trục của nó với chu kì đúng bằng chu kì chuyển động của nó quanh Trái Đất.

Chọn C.

III. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

26.1. Nhận xét nào dưới đây ***không*** đúng khi nói về các sao ?

A. Sao là một khối khí nóng sáng, giống như Mặt Trời.

B. Nhiệt độ ở trong lòng các sao lên đến hàng chục triệu độ, trong đó xảy ra các phản ứng nhiệt hạch.

C. Sao biến quang là sao có độ sáng thay đổi.

D. Punxa là sao bức xạ năng lượng dưới dạng những xung sóng điện từ rất mạnh. Punxa được cấu tạo toàn bằng nơtrinô.

26.2. Trái Đất chuyển động quanh Mặt Trời theo quỹ đạo gần tròn có bán kính khoảng :

A. 15.10^8km B. 15.10^6km C. 15.10^7km D. 15.10^9km.

26.3. Trong các hành tinh sau đây thuộc hệ Mặt Trời, hành tinh nào ở xa Mặt Trời nhất ?

A. Hỏa Tinh B. Thiên Vương Tinh

C. Kim Tinh D. Hải Vương Tinh.

26.4. Mặt Trời là thiên thể trung tâm của hệ Mặt Trời. Nó có khối lượng lớn hơn khối lượng của Trái Đất vào khoảng :

A. 33000 lần
B. 333000 lần
C. 300000 lần
D. 3,3 triệu lần.

26.5. Để đo khoảng cách từ các hành tinh đến Mặt Trời, người ta dùng đơn vị thiên văn (kí hiệu đvtv). 1 đvtv xấp xỉ bằng :

A. 15 triệu kilômét
B. 150 triệu kilômét
C. 1,5 triệu kilômét
D. 300 triệu kilômét.

26.6. Đường kính của Thiên Hà của chúng ta vào khoảng :

A. 200 nghìn năm ánh sáng
B. 100 nghìn năm ánh sáng
C. 10000 năm ánh sáng
D. 1 triệu năm ánh sáng.

ÔN TẬP CHƯƠNG VIII

VIII.1. Một phôtôn có bước sóng $4,14.10^{-13}$m biến thành một cặp êlectron – pôzitron có động năng như nhau. Hỏi động năng của mỗi hạt bằng bao nhiêu MeV ?

VIII.2. Tần số nhỏ nhất của phôtôn tạo ra cặp êlectron – pôzitron là bao nhiêu ?

VIII.3. Công suất bức xạ toàn phần của Mặt Trời là $\mathscr{P} = 3,9.10^{26}$W. Mỗi năm Mặt Trời bị giảm đi một lượng là bao nhiêu và bằng bao nhiêu phần trăm khối lượng của chính nó ?

VIII.4. Các hạt sơ cấp nào cho dưới đây có năng lượng nghỉ bằng 0 hoặc xấp xỉ bằng 0 ?

(1) êlectron; (2) prôtôn; (3) pôzitron; (4) nơtrinô; (5) phôtôn.

A. (1) và (4)
B. (4) và (5)
C. (3) và (5)
D. (3), (4) và (5).

VIII.5. Trong các hạt sơ cấp sau đây : nơtron, pôzitron, nơtrinô, phôtôn, hạt sơ cấp nào có thời gian sống trung bình ngắn hơn các hạt còn lại ?

A. Nơtron
B. Phôtôn
C. Nơtrinô
D. Pôzitron.

VIII.6. Kí hiệu các hạt sơ cấp sau : (1) êlectron (e^-); (2) nơtrinô (ν); (3) pôzitron (e^+); (4) muyôn (μ^-); (5) phôtôn; (6) prôtôn. Các hạt nào kể trên là các hạt bền, không bị phân rã thành các hạt khác ?

A. (1), (2) và (4)
B. (3), (4), (5) và (6)
C. (1), (2), (3), (5) và (6)
D. (1), (3) và (4).

VIII.7. Hạt sơ cấp nào sau đây không bền, bị phân rã thành các hạt khác ?

A. Phôtôn
B. Nơtrinô
C. Piôn
D. Pôzitron.

VIII.8. Điều nào sau đây là ***sai*** khi nói về các hađron ?

A. Một số hađron có khối lượng bằng hoặc lớn hơn khối lượng của prôtôn.

B. Một số hađron có khối lượng nhỏ hơn khối lượng nuclôn.

C. Hađron gồm các mêzôn và barion.

D. Tương tác giữa các hađron thuộc loại tương tác yếu.

VIII.9. Phát biểu nào sau đây là ***sai*** ?

A. Mỗi hạt sơ cấp có một phản hạt; hạt và phản hạt có khối lượng bằng nhau.

B. Êlectron là một nuclôn có điện tích âm.

C. Phôtôn là một hạt sơ cấp không mang điện.

D. Phôtôn là hạt sơ cấp bền, không phân rã thành các hạt khác.

VIII.10. Tương tác giữa các prôtôn và êlectron thuộc loại tương tác :

A. mạnh B. yếu C. điện từ D. hấp dẫn.

VIII.11. Kí hiệu các lực sau : (1) lực Lo-renxơ; (2) lực hạt nhân; (3) lực liên kết hóa học; (4) lực liên kết trong phân rã β; (5) trọng lực. Lực nào kể trên thuộc tương tác điện từ ?

A. (1) và (2) B. (1), (3) và (5)

C. (1) và (3) D. (1), (3) và (4).

VIII.12. Loại thiên thể nào sau đây, nằm ngoài thiên hà, phát xạ rất mạnh các sóng vô tuyến và tia X ?

A. Punxa B. Sao siêu mới

C. Quaza D. Lỗ đen.

VIII.13. Trong các hành tinh sau đây thuộc hệ Mặt Trời, hành tinh ở gần Trái Đất nhất là :

A. Hỏa Tinh B. Thủy Tinh

C. Kim Tinh D. Mộc Tinh.

VIII.14. Trong các hành tinh sau đây thuộc hệ Mặt Trời, hành tinh nào gần Mặt Trời nhất ?

A. Hỏa Tinh B. Thủy Tinh

C. Kim Tinh D. Trái Đất.

VIII.15. Cấu trúc nào sau đây, nằm ngoài thiên hà ?

A. Punxa B. Sao siêu mới

C. Quaza D. Lỗ đen.

VIII.16. Điều nào sau đây ***không đúng*** khi nói về lỗ đen ?

A. Là một thiên thể được cấu tạo từ các nơtron.

B. Không bức xạ bất kì một loại sóng điện từ nào.

C. Được hình thành do sự va chạm của các thiên thể với nhau tạo thành các lỗ lớn trên bề mặt một số hành tinh.

D. Có trường hấp dẫn rất lớn, thu hút mọi vật thể, kể cả ánh sáng.

VIII.17. Điều nào sau đây là ***không đúng*** khi nói về *thiên hà* ?

A. Là một thiên thể được cấu tạo từ các nơtron.

B. Đường kính của thiên hà vào khoảng 100000 năm ánh sáng.

C. Thiên Hà của chúng ta là loại thiên hà hình elip.

D. Toàn bộ các sao trong mỗi thiên hà đều quay xung quanh trung tâm thiên hà.

VIII.18. Trong các sao sau đây, sao nào bức xạ năng lượng dưới dạng những xung sóng điện từ ?

A. Sao siêu mới
B. Sao biến quang
C. Sao nơtron
D. Sao mới.

VIII.19. Sao có độ sáng thay đổi gọi là :

A. Sao siêu mới
B. Sao biến quang
C. Sao nơtron
D. Sao mới.

HƯỚNG DẪN GIẢI, ĐÁP SỐ VÀ ĐÁP ÁN CÁC BÀI TẬP

CHƯƠNG I

Bài 1

1.1. Giả sử viết phương trình dao động dưới dạng : $x = A\sin(\omega t + \varphi')$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,5} = 4\pi \text{ rad/s}$$

Khi $t = 0$: $x = -4\text{cm}$; $v = 16\pi$ cm/s

$$\begin{cases} x = A\sin\varphi' = -4\text{cm} \\ v = x' = \omega A\cos\varphi' = +16\pi \text{ cm/s} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = A\sin\varphi' = -4\text{cm} \\ v = 4\pi A\cos\varphi' = +16\pi \text{ cm/s} \end{cases}$$

$$\begin{cases} A\sin\varphi' = -4 \\ A\cos\varphi' = +4 \end{cases} \Rightarrow \quad \tan\varphi' = -1$$

$$\Rightarrow \quad A = 4\sqrt{2} \text{ cm}; \quad \varphi' = -\frac{\pi}{4}$$

Vậy : $x = 4\sqrt{2}\sin\left(4\pi t - \frac{\pi}{4}\right) = 4\sqrt{2}\cos\left(4\pi t - \frac{3\pi}{4}\right)$ (cm).

1.2. Lúc $t = 0$: $x_0 = A\cos(\omega t + \varphi) = +A \quad \Rightarrow \quad \varphi = 0$ (1)

Lúc $t = \frac{1}{60}\text{s} \quad \Rightarrow \quad \frac{A\sqrt{3}}{2} = A\cos\left(\omega\frac{1}{60}\right)$ (2)

$$v = -A\omega\sin\left(\omega\frac{1}{60}\right) < 0 \qquad (3)$$

Từ (1), (2) và (3) $\Rightarrow \omega = 10\pi$ rad/s

$$A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} = 4 + \left(\frac{20\pi\sqrt{3}}{10\pi}\right)^2 = 4 + 12 = 16$$

$$\Rightarrow A = 4\text{cm}.$$

1.3. Phương trình dao động có dạng : $x = A\cos(\omega t + \varphi) \Rightarrow v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$,

trong đó $A = 3\text{cm}$; $\omega = \frac{2\pi}{T} = \pi$ rad/s

Chọn gốc thời gian $t = 0$ vào lúc $x = +A$ và $v = 0 \quad \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = +1 \\ \sin\varphi = 0 \end{cases}$

Ta chọn $\varphi = 0$. Phương trình dao động của vật là : $x = 3\cos\pi t$ (cm).

Chọn A.

1.4. Phương trình dao động có dạng : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

$\Rightarrow$ Vận tốc $v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$, trong đó $A = 6\text{cm}$; $\omega = 2\pi f = 4\pi$ rad/s

Chọn gốc thời gian t = 0 là lúc $x = 3\sqrt{3}$cm và $v < 0$ $\Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = +\dfrac{\sqrt{3}}{2} \\ \sin\varphi > 0 \end{cases}$

Suy ra phương trình dao động của chất điểm là :

$$x = 6\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm}).$$ **Chọn B.**

1.5. Vì chiều dài quỹ đạo L = 2A, nên biên độ dao động : A = 4cm.

$|v_{max}| = A\omega = 4.2\pi.5 = 125{,}6$ cm/s = 1,26 m/s. **Chọn C.**

1.6. $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \dfrac{2\pi}{4\pi} = 0{,}5\text{s}$; $\dfrac{t}{T} = \dfrac{3}{0{,}5} = 6 \Rightarrow t = 6T$

Vậy : s = 6.4A = 24A = 120cm = 1,2m. **Chọn D.**

1.7. $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_1 - \varphi_2)$

$3A^2 = 2A^2 + 2A^2\cos(\varphi_1 - \varphi_2)$

$\Rightarrow \cos(\varphi_1 - \varphi_2) = \dfrac{1}{2} \Rightarrow (\varphi_1 - \varphi_2) = \dfrac{\pi}{3}\text{rad}.$ **Chọn B.**

1.8. $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_1 - \varphi_2) = 2A_1^2 + 2A_1^2\cos\dfrac{\pi}{3}$

$\Rightarrow A = A_1\sqrt{3} = 2{,}5\sqrt{3}\text{cm}.$ **Chọn B.**

Bài 2

2.1. Phương trình dao động : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Tần số góc : $\omega = 2\pi f = 2\pi.2{,}5 = 5\pi$ rad/s

- Tìm A và φ.

– Độ dài của lò xo lúc vật đứng yên : $l_{CB} = \dfrac{l_1 + l_2}{2} = \dfrac{20 + 24}{2} = 22\text{cm}$

– Biên độ dao động : $A = |l_{CB} - l_1| = |l_{CB} - l_2| = 22 - 20 = 2\text{cm}.$

Cách khác : $A = \dfrac{l_2 - l_1}{2} = \dfrac{24 - 20}{2} = 2\text{cm}$

– Ta chọn gốc thời gian là lúc vật ở vị trí thấp nhất và chiều dương của trục x hướng xuống dưới.

Khi t = 0 $\Rightarrow x = 2\cos(0 + \varphi) = 2 \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$

Vậy : $x = 2\cos(5\pi t)$ (cm).

2.2. Từ công thức : $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} \Rightarrow k = \dfrac{4\pi^2 m}{T^2}$ (1)

Hai lò xo ghép song song tương đương với lò xo có độ cứng $k = k_1 + k_2$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ $\frac{4\pi^2 m}{T^2} = \frac{4\pi^2 m}{T_1^2} + \frac{4\pi^2 m}{T_2^2}$ (3)

Từ (3) $\Rightarrow$ $T = \frac{T_1 T_2}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}} = 0{,}24s.$

2.3. Tính tỉ số động năng và thế năng tại li độ x = 2cm.

$\omega = 2\pi f = 10\pi$ rad/s $\Rightarrow$ $k = m\omega^2 = 0{,}1(10\pi)^2 = 100$ N/m

$W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}.100(2.10^{-2})^2 = 0{,}02J$

$\Rightarrow$ $W_đ = W - W_t = 0{,}06J$ $\Rightarrow$ $\frac{W_đ}{W_t} = \frac{0{,}06}{0{,}02} = 3.$

2.4. Chu kì dao động của con lắc $T = \frac{1}{f} = 1s$. Trong khoảng thời gian t = 1,25s $= 5\frac{T}{4}$, quãng đường vật đi được là : s = 5A = 20cm. **Chọn D.**

2.5. $\omega = \sqrt{\frac{g}{\Delta l}} = 10$ rad/s $\Rightarrow$ $A = \frac{v_0}{\omega} = 6cm$. **Chọn A.**

2.6. Tần số góc của con lắc lò xo : $\omega^2 = \frac{k}{m}$

Tại vị trí cân bằng ta có : $mg = k\Delta l$ $\Rightarrow$ $\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2}$. **Chọn C.**

2.7. $l_{CB} = \frac{l_{min} + l_{max}}{2} = 25cm$; $\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2} = 0{,}01m = 1cm$

Suy ra : $l_0 = l_{CB} - \Delta l = 24cm$. **Chọn B.**

2.8. $|a_{max}| = \omega^2 A$ $\Rightarrow$ $A = 3.10^{-2}cm$

$W = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}.40.(3.10^{-2})^2 = 18.10^{-3}J$. **Chọn C.**

2.9. $A = l_{max} - l_{CB} = +4cm$

$W = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}.40.(4.10^{-2})^2 = 32.10^{-3}J = 32mJ$

$W_t = \frac{1}{2}.40.(2.10^{-2})^2 = 8.10^{-3}J = 8mJ$

$\Rightarrow$ $W_đ = 24.10^{-3}J = 24mJ$. **Chọn D.**

Bài 3

3.1. Tần số ban đầu của con lắc : $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$

Tần số của con lắc khi giảm độ dài : $f' = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l - 0,10}}$.

Từ hai công thức trên ta viết được : $\frac{f}{f'} = \sqrt{\frac{l - 0,10}{l}} = \frac{1}{2}$

$\Rightarrow$ Độ dài l = 13,3cm và tần số f ≈ 1,4Hz.

3.2. Phương trình dao động : $s = s_0\cos(\omega t + \varphi)$

Tần số góc : $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{9,8}{0,2}} = 7$ rad/s

Lúc t = 0 : $s = 0$ và $v < 0$

$s = s_0\cos\varphi = 0$

$v = s' = -s_0\omega\sin\varphi < 0 \quad \Rightarrow \quad \varphi = \frac{\pi}{2}$

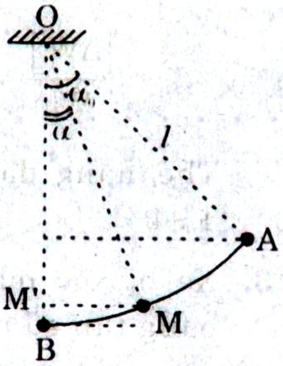
Biên độ : $A = \sqrt{x_1^2 + \frac{v_1^2}{\omega^2}} = \sqrt{2^2 + \left(\frac{14}{7}\right)^2} = 2\sqrt{2}$cm

Vậy : $s = 2\sqrt{2}\cos\left(7t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm).

3.3. a) Theo định luật bảo toàn cơ năng : độ tăng động năng bằng độ giảm thế năng của vật.

Khi vật chuyển động từ điểm biên A đến điểm M (hình bên), ta có :

$\frac{mv^2}{2} = mgh$, với $h = l\cos\alpha - l\cos\alpha_0$



$\Rightarrow \quad v = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)} \quad (1)$

$\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$

$\Rightarrow \quad -P\cos\alpha + T = \frac{mv^2}{l}$

$\Rightarrow \quad -mg\cos\alpha + T = 2mg(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$

$\Rightarrow \quad T = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$.

b) Vận tốc của quả cầu có độ lớn cực đại khi nó qua vị trí cân bằng ($\alpha = 0$) :

$v_{max} = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha_0)}$.

3.4. Thời gian để con lắc đơn đi từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ cực đại bằng $\frac{T}{4} = \frac{4}{4} = 1$s. **Chọn B.**

3.5. Độ biến thiên chu kì : $\Delta T = \frac{h}{R}T > 0$: đồng hồ chạy chậm.

Độ chậm trong một ngày đêm : $x = \frac{86400}{T}\Delta T = 86400.\frac{h}{R} = 27s$.

Mỗi ngày đêm đồng hồ chạy chậm 27s. **Chọn B**.

3.6. Chu kì con lắc đơn không phụ thuộc khối lượng con lắc. **Chọn D**.

3.7. **Chọn C**.

3.8. Giảm $\sqrt{2}$ lần. **Chọn D**.

3.9. **Chọn A**.

Bài 4

4.1. – Năng lượng lúc đầu : $W = \frac{1}{2}m\omega^2 S_0^2$

– Năng lượng lúc sau : $W' = \frac{1}{2}m\omega^2 S_0'^2$

Suy ra : $\frac{W'}{W} = \left(\frac{S_0'}{S_0}\right)^2 = (0,975)^2 \approx 0,95 = 95\%$

Phần năng lượng của con lắc bị mất đi sau mỗi dao động toàn phần là 5%.

4.2. $\frac{A - A'}{A} = 2,5\% \quad \Rightarrow \quad 1 - \frac{A'}{A} = 0,025 \quad \Rightarrow \quad \frac{A'}{A} = 0,975$

$$\frac{|\Delta W_t|}{W_t} = \frac{W_t - W_t'}{W_t} = 1 - \frac{W_t'}{W_t} = 1 - \left(\frac{A'}{A}\right)^2$$

$$\frac{|\Delta W_t|}{W_t} = 1 - (0,975)^2 \approx 0,0494 = 4,94\%$$

Thế năng đàn hồi của lò xo bị mất đi sau mỗi dao động toàn phần là 4,94%.

4.3. Xe bị xóc mạnh nhất khi tần số (hay chu kì) kích thích của ngoại lực bằng tần số riêng (hay chu kì riêng) của khung xe.

$$T = T_0 = \frac{L}{v} \quad \Rightarrow \quad v = \frac{L}{T_0} = \frac{7,5}{1,5} = 5 \text{ m/s hay } 18 \text{ km/h}.$$

4.4. Dao động tự do là dao động có tần số phụ thuộc đặc tính hệ và không phụ thuộc các yếu tố bên ngoài. **Chọn C**.

4.5. **Chọn B**. **4.6.** **Chọn C**.

4.7. **Chọn C**. **4.8.** **Chọn D**.

4.9. $v_1 < v_2$. Chu kì dao động riêng của ô tô có tải thì lớn hơn nên tốc độ của ô tô để có cộng hưởng sẽ nhỏ hơn trường hợp ô tô không tải. **Chọn A**.

ÔN TẬP CHƯƠNG I

I.1. Khoảng thời gian chất điểm đi từ P $(x = -A)$ đến Q $(x = +A)$ bằng $\frac{T}{2}$.

Khoảng thời gian chất điểm đi từ O $(x = 0)$ đến Q $(x = +A)$ bằng khoản thời gian chất điểm đi từ P $(x = -A)$ đến O $(x = 0)$ và bằng $\frac{T}{4}$.

Nếu chọn gốc thời gian $(t = 0)$ là lúc chất điểm đi từ O $(x = 0)$, theo chiề dương, ta có phương trình chuyển động là : $x = A\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$.

Tính khoảng thời gian ngắn nhất để chất điểm đi từ O $(x = 0)$ đến điể N $\left(x_N = \frac{A}{2}\right)$, $v > 0$.

$$x = A\cos\left(\omega t_1 - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{A}{2} \quad \Rightarrow \quad \cos\left(\omega t_1 - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{1}{2} = \cos\left(-\frac{\pi}{3}\right)$$

Do $v = -A\sin\left(\omega t_1 - \frac{\pi}{2}\right) > 0$, ta chọn : $\left(\omega t_1 - \frac{\pi}{2}\right) = -\frac{\pi}{3}$

$$\Rightarrow \quad t_1 = \frac{\pi}{6\omega} = \frac{\pi}{6.\frac{2\pi}{T}} = \frac{T}{12}$$

Khoảng thời gian chất điểm đi từ N đến Q bằng khoảng thời gian đi đoạ OQ trừ khoảng thời gian đi đoạn ON $= \frac{T}{4} - \frac{T}{12} = \frac{T}{6}$.

I.2.

$$W = W_t + \frac{1}{3}W_t = \frac{4}{3}W_t$$

$$\frac{1}{2}kA^2 = \frac{4}{3}.\frac{1}{2}kx^2 \quad \Rightarrow \quad x^2 = \frac{3}{4}A^2$$

$$\Rightarrow \quad v^2 = \omega^2(A^2 - x^2) = 20^2\left(A^2 - \frac{3}{4}A^2\right) = 20^2.\frac{1}{4}A^2$$

$$\Rightarrow \quad |v| = \frac{20}{2}A = 10A = 12{,}5\ \text{cm/s}.$$

I.3. *Cách 1* : Dùng công thức :

$$x_1 = 2\sin\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = -2\cos\left[\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right) + \frac{\pi}{2}\right] = 2\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)(\text{cm})$$

Nhận xét : x_1 và x_2 ngược pha nhau và $A_1 = 2A$

$$\Rightarrow \quad A = A_2 = 1\text{cm}; \qquad \varphi = \varphi_1 = -\frac{5\pi}{6}$$

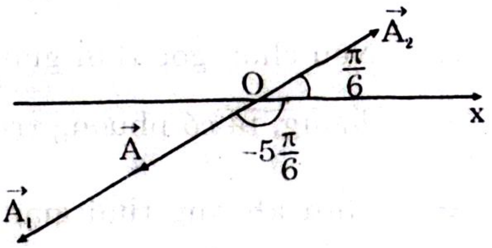
Vậy : $x = 1\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)(\text{cm})$.

Cách 2 : Phương pháp giản đồ Fre-nen (hình bên)

$$x_1 = 2\sin\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = 2\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)(\text{cm}) \quad \Leftrightarrow \quad \vec{A}_1\left(2; -\frac{5\pi}{6}\right)$$

$$x_2 = 1\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm}) \quad \Leftrightarrow \quad \vec{A}_2\left(1; +\frac{\pi}{6}\right)$$

$$x = x_1 + x_2 \quad \Leftrightarrow \quad \vec{A} = \vec{A}_1 + \vec{A}_2$$



Từ giản đồ Fre-nen, suy ra : $\vec{A}\left(1; -\frac{5\pi}{6}\right)$

Vậy : $x = 1\cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)(\text{cm})$.

I.4. $W = \frac{1}{2}kA^2 \quad \Rightarrow \quad A = \sqrt{\frac{2W}{k}} = 3.10^{-2}\text{m}$

$$\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{0,1.10}{40} = 2,5.10^{-2}\text{m}$$

$$F_{max} = k(\Delta l + A) = 2,2\text{N}.$$

I.5. $W_t = \frac{1}{2}kx^2; \quad W_đ = \frac{1}{2}kA^2$

$$\Rightarrow \quad \frac{W_t}{W} = \left(\frac{x}{A}\right)^2 = \frac{9}{16} \quad \Rightarrow \quad W_đ = W - W_t = \frac{7}{16}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{W_đ}{W_t} = \frac{7}{9} \approx 0,78.$$

I.6. $W = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 \quad \Rightarrow \quad \omega A = 0,2 \qquad (1)$

$t = 0; v = 0,1$ m/s suy ra : $\sin\varphi = -\frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad \varphi = -\frac{\pi}{6}$ $(v > 0; x > 0)$

$$a = -\omega^2A - \omega^2A\cos\varphi = -\sqrt{3} \quad \Rightarrow \quad \omega = 10 \text{ rad/s} \qquad (2)$$

$$\Rightarrow \quad x = 2\cos\left(10t - \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm}).$$

I.7. Động năng $W_đ$ của con lắc ở vị trí cân bằng : $W_đ = \frac{mv^2}{2}$

Khi con lắc có độ lệch cực đại, thế năng : $W_t = mgl(1 - \cos\alpha_0)$

$$W_đ = W_t \quad \Leftrightarrow \quad \frac{mv^2}{2} = mgl(1 - \cos\alpha_0)$$

$$\Rightarrow \quad 1 - \cos\alpha_0 = \frac{v^2}{2gl} = \frac{(0,05)^2}{2.10.1} = 0,000125$$

Vì $\cos\alpha \approx 1$ nên α_0 rất nhỏ, có thể tính gần đúng :

$$1 - \cos\alpha_0 = 2\sin^2\frac{\alpha_0}{2} \approx 2\left(\frac{\alpha_0}{2}\right)^2 = \frac{\alpha_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow \quad \alpha_0^2 = \frac{v^2}{gl} \quad \text{hay} \quad \alpha_0 = \frac{v}{\sqrt{gl}} = \frac{0{,}05}{\sqrt{10.1}} = 0{,}016\,\text{rad}$$

- Dạng phương trình dao động : $\alpha = \alpha_0\cos(\omega t + \varphi)$

Tần số góc : $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{10}$ rad/s

Chọn t = 0 là lúc con lắc được truyền động năng ở vị trí cân bằng, chiều dương là chiều của vận tốc ban đầu, ta có :

$$\text{Khi } t = 0 \text{ thì } \begin{cases} \alpha = 0 = \alpha_0\cos\varphi \\ v = 0{,}05 = -\omega\alpha_0\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \quad \varphi = -\frac{\pi}{2}$$

Phương trình dao động : $\alpha = 0{,}016\cos\left(\sqrt{10}t - \frac{\pi}{2}\right)$ rad

Nếu viết theo tọa độ s thì : $s = s_0\cos\left(\sqrt{10}t - \frac{\pi}{2}\right)$ m

Với $s = \alpha l = 0{,}016$m, thì : $s = 0{,}016\cos\left(\sqrt{10}t - \frac{\pi}{2}\right)$ m.

I.8. a) Từ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad \Rightarrow \quad l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{2^2.10}{4.3{,}14^2} \approx 1$m.

b) Ở $t_1 = 20^\circ$C : $l_1 = l_0(1 + \alpha t_1)$; chu kì $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}$

Ở $t_2 = 40^\circ$C : $l_2 = l_0(1 + \alpha t_2)$; chu kì $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}$

Lập tỉ số : $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = \sqrt{\frac{l_0(1+\alpha t_2)}{l_0(1+\alpha t_1)}}$

Sử dụng công thức gần đúng suy ra lượng thời gian đồng hồ chạy sai trong một chu kì : $\Delta T = T_2 - T_1 = \frac{1}{2}\alpha(t_2 - t_1)T_1$

Vì $t_2 > t_1$ nên $T_2 > T_1$: đồng hồ chạy chậm.

Lượng thời gian đồng hồ chạy chậm trong một ngày đêm :

$$\tau = \frac{24.3600}{T_1}.\Delta T = 24.3600.\frac{1}{2}\alpha(t_2 - t_1) = 15{,}98\text{s} \approx 16\text{s}.$$

I.9. a) $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}kA^2 \quad \Rightarrow \quad A = v_0\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\sqrt{\frac{1}{1600}} = 0{,}05m = 5cm.$

b) Phương trình dao động có dạng : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Tần số góc : $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{1600}{1}} = 40\,rad/s$

Tại $t = 0$: $\begin{cases} x = 0 = A\cos\varphi \\ v = -2 = -\omega A\sin\varphi \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \varphi = \frac{\pi}{2}$

Phương trình dao động : $x = 5\cos\left(40t + \frac{\pi}{2}\right)(cm).$

I.10. Từ điều kiện cân bằng : $mg = k\Delta l$

$$\Rightarrow \quad \Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{0{,}1.10}{16} = 0{,}0625m = 6{,}25cm$$

$F_{max} = kx_{max} = kA = 16.5.10^{-2}N = 0{,}8N.$ **Chọn A.**

I.11. $\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{0{,}1.10}{16} = 0{,}0625m = 6{,}25m$

$$A = \frac{l_{max} - l_{min}}{2} = \frac{6{,}5}{2} = 3{,}25cm$$

$|F_{dh\,min}| = k(\Delta l - A) = 16.(6{,}25 - 3{,}25).10^{-2} = 0{,}48N.$ **Chọn D.**

I.12. **Chọn B.**

I.13. Động năng của vật ở thời điểm bất kì tính bởi :

$$W_đ = W - W_t = \frac{1}{2}kA^2 - \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$$

Khi $x = 3cm \quad \Rightarrow \quad W_đ = \frac{1}{2}.40(5^2 - 3^2).10^{-4} = 0{,}032J = 32mJ.$ **Chọn C.**

I.14. $\Delta t = n_1T_1 = \frac{1}{2}n_1T_2 \quad \Rightarrow \quad T_2 = 2T_1 \quad \Rightarrow \quad m_2 = 4m_1.$

Vậy : $\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{4}.$ **Chọn B.**

I.15. $|A_1 - A_2| \le A \le A_1 + A_2.$ **Chọn A.**

I.16. **Chọn A.**

I.17. $W = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \frac{1}{2}.0{,}2(4\pi^2).(5.10^{-2})^2 = 0{,}04J.$ **Chọn D.**

I.18. **Chọn B.**

I.19. Thời gian để con lắc đơn đi từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ cực đại bằng $\frac{T}{4} = 0{,}45s$. Suy ra, chu kì dao động của con lắc đơn $T = 1{,}8s$.

Động năng của con lắc biến thiên tuần hoàn với tần số gấp hai lần tần số của dao động, suy ra chu kì biến thiên T' của động năng (hoặc thế năng) bằng nửa chu kì của dao động T. Vậy : T' = 0,9s. **Chọn D.**

.20. Ta có : $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = \frac{4\pi^2.0,4}{0,5^2} = 64$ N/m. **Chọn C.**

.21. Tại vị trí cân bằng ta có :

$$mg = k\Delta l \Rightarrow \Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2} = 0,1m = 10cm.$$ **Chọn C.**

.22. Chọn D.

.23. Chọn A.

.24. $$x = 1 = 2\cos(2\pi t) \Rightarrow \begin{cases} t_1 = \frac{1}{6} + k \ (k = 0, 1, 2, ...) \\ t_2 = -\frac{1}{6} + k \ (k = 1, 2, 3, ...) \end{cases}$$

Thời điểm đầu tiên chất điểm qua vị trí có li độ x = +1cm ứng với vận tốc $v < 0$, ta chọn $t = \frac{1}{6}$s. **Chọn A.**

25. Độ biến thiên chu kì dao động : $\Delta T = \frac{h}{R}T > 0$: đồng hồ chạy chậm.

Độ chậm trong một ngày đêm : $x = \frac{86400}{T}\Delta T = 86400.\frac{h}{R} = 135s$

Suy ra : h = 10km. **Chọn B.**

26. Chọn B.

27. Ta có hệ phương trình sau : $\omega^2 = \frac{g}{l}$ (1)

$$A^2 = (l\alpha_1)^2 + \frac{v_1^2}{\omega^2} \quad (2)$$

$$W = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 \quad (3)$$

Từ (1), (2) và (3) $\Rightarrow$ $l = 0,25m$; $\omega = 2\pi$ rad/s

$$A = \sqrt{\frac{2W}{m\omega^2}} = \sqrt{\frac{2.16.10^{-3}}{0,5.40}} = 0,04m = 4cm$$

Với $s = s_0\cos(\omega t + \varphi)$

Theo đề bài, tại t = 0, $x_0 = -A = -4cm$ và $v_0 = 0$ $\Rightarrow$ $\varphi = -\frac{\pi}{2}$

Phương trình dao động là : $s = 4\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm).

I.28. Thế năng của con lắc không phụ thuộc tần số góc là phát biểu sai.

Chọn B.

I.29. Thời gian để con lắc đi từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ cực đại $\frac{T}{4} = 0,2s$. Chu kì T là T = 0,8s. **Chọn B.**

I.30. Dễ dàng thấy rằng x_1 và x_2 cùng pha, nên $A = A_1 + A_2 = 4,5 + 1,5 = 6cm$

Chọn B.

CHƯƠNG II

Bài 5

5.1. Từ $\lambda = \frac{v}{f}$ và $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{2\pi df}{v} = \frac{2\pi.0,1.1.20}{v} = \frac{4\pi}{v}$ (ra

Theo đề : $\Delta\varphi = \frac{4\pi}{v} = (2k+1)\pi \Rightarrow v = \frac{4}{2k+1}$ (m/s)

$0,8 \text{ m/s} \le v \le 1 \text{ m/s} \Rightarrow 1,5 \le k \le 2$

Vì k nguyên, nên $k = 2 \Rightarrow v = 0,8$ m/s.

5.2. T = 0,25s.

5.3. Vì M và N dao động ngược pha nên :

$$d = (2k+1)\frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{v}{2f} \Rightarrow f = (2k+1)\frac{v}{2d} = 8(2k+1)$$

Theo đề bài $48 \le f \le 64Hz$ ta có $48 \le 8(2k+1) \le 64 \Rightarrow 2,5 \le k \le 3,5$

Vì k nguyên, ta chọn k = 3, nên : f = 56Hz.

5.4. Sóng cơ là những dao động cơ lan truyền trong một môi trường vật c theo thời gian. **Chọn B.**

5.5. Chu kì dao động chung của các phần tử vật chất khi có sóng truyền q gọi là chu kì sóng. **Chọn A.**

5.6. Sóng ngang là sóng có phương dao động vuông góc với phương truy sóng. **Chọn B.**

5.7. Sóng dọc là sóng có phương dao động trùng với phương truyền só **Chọn B.**

5.8. Dùng công thức độ lệch pha $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda}$

ta có : $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow d = \frac{\lambda}{4}$. **Chọn C.**

5.9. Từ $\lambda = \frac{v}{f}$ và $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda}$, ta suy ra : $\Delta\varphi = \frac{2\pi df}{v} = \frac{2\pi.0,1.20}{v} = \frac{4\pi}{v}$ (rad)

Theo đề bài, M và N dao động cùng pha nên :

$$\Delta\varphi = \frac{4\pi}{v} = 2k\pi \quad \Rightarrow \quad v = \frac{2}{k}(\text{m/s})$$

$0,65$ m/s $\leq v \leq 0,76$ m/s $\quad \Rightarrow \quad 2,7 \leq k \leq 3,1$

Vì k nguyên, nên $k = 3 \quad \Rightarrow \quad v = 0,67$ m/s. **Chọn A.**

Bài 6

6.1. Điểm C có biên độ dao động cực tiểu : $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{i}{2}\right)\lambda$

Giữa C và đường trung trực của AB có một cực đại nên qua C là vân cực tiểu thứ hai, suy ra $k = 1 \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{2(AC - BC)}{2.1 + 1} = 2,4\text{cm}$

Số cực đại trong đoạn AC là : $\quad N = 2\left[\frac{AB}{\lambda}\right] + 1 = 13.$

6.2. Dùng điều kiện : $-\frac{AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda}$ (Ví dụ 2)

$$\Rightarrow \quad -1,25 < k < +1,25 \quad \Rightarrow \quad k = 0; \pm 1$$

Vậy có 3 điểm (không kể hai điểm A, B).

6.3. Ta có : $\lambda = \frac{v}{f} = 0,05\text{m} = 5\text{cm}$

Dùng điều kiện : $-\frac{AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda} \quad \Rightarrow \quad -\frac{12}{5} < k < \frac{12}{5}$

$$\Rightarrow \quad -2,4 < k < +2,4 \quad \Rightarrow \quad k = 0; \pm 1; \pm 2$$

Vậy có 5 điểm (không kể hai điểm A, B) nằm trên 5 vân giao thoa cực đại.

6.4. Chọn A. **6.5. Chọn C.** **6.6. Chọn C.** **6.7. Chọn C.**

Bài 7

7.1. Vì hai đầu A và B cố định nên :

Lúc đầu : $\quad l = n\frac{\lambda}{2} = n\frac{v}{2f}$

Lúc sau : $\quad l = n'\frac{\lambda'}{2} = n'\frac{v}{2f'}$

Từ đó : $\quad n\frac{v}{2f} = n'\frac{v}{2f'} \quad \Rightarrow \quad f' = \frac{n'}{n}f = 10\text{Hz}.$

7.2. $\frac{2L}{3}$.

7.3. Vì đầu B tự do nên $AB = L = m\frac{\lambda}{4}$ $(m = 1; 3; 5; \ldots)$

$\Rightarrow \quad m = \frac{4L}{\lambda} = \frac{4.10}{8} = 5$. Vậy có 3 bụng và 3 nút.

7.4. Vì A và B cố định nên $AB = L = n\frac{\lambda}{2} \quad \Rightarrow \quad n = \frac{2L}{\lambda} = 5$.

Vậy có 5 bụng và 6 nút.

7.5. Độ dài của dây thỏa điều kiện $l = \frac{k\lambda}{2}$ thì có sóng dừng. **Chọn C.**

7.6. Chọn B.

7.7. Bước sóng dài nhất khi trên dây AB = 20cm có một bụng sóng.

Theo đề bài : $\frac{\lambda}{2} = 15\text{cm} \quad \Rightarrow \quad \lambda = 30\text{cm}$. **Chọn C.**

7.8. Chọn A.

Bài 8

8.1. $$L = 10\lg\frac{I}{I_0} = 68 \quad (I_0 \text{ là cường độ âm chuẩn})$$

$$\Rightarrow \quad \lg\frac{I}{I_0} = 6{,}8 \quad \Rightarrow \quad \frac{I}{I_0} = 6{,}3.10^6$$

$$\Rightarrow \quad I = 6{,}3.10^6.10^{-12}\,\text{W/m}^2 = 6{,}3.10^{-6}\,\text{W/m}^2.$$

8.2. Mức cường độ âm do một chiếc đàn phát ra :

$$L_1 = 10\lg\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = 60\text{dB}.$$

Mức cường độ âm do hai chiếc đàn cùng phát ra :

$$L_2 = 10\lg\left(\frac{2I_1}{I_0}\right) = 10\lg2 + 10\lg\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = 10.0{,}3 + 60 = 63\text{dB}$$

Vậy, có thêm một chiếc đàn (phát ra âm cùng lúc) thì mức cường độ âm tăng thêm 3dB.

8.3. – Lúc đầu, mức cường độ : $L\ (\text{dB}) = 10\lg\left(\frac{7I_1}{I_0}\right) = 93\text{dB}$

$$\Rightarrow \quad \lg\left(\frac{7I_1}{I_0}\right) = \lg7 + \lg\left(\frac{I_1}{I_0}\right) \quad \Rightarrow \quad 9{,}3 = 0{,}85 + \lg\left(\frac{I_1}{I_0}\right)$$

$$\Rightarrow \quad \lg\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = 9{,}3 - 0{,}85 = 8{,}45$$

– Lúc sau, mức cường độ âm : $L'(dB) = 10\lg\left(\frac{4I_1}{I_0}\right)$

$$L'(dB) = 10\lg4 + 10\lg\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = 10.0,6 + 10.8,45 = 90,5dB.$$

8.4. – Nếu chỉ có một bàn phím được gõ :

$$L(dB) = 10\lg\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = 10\lg\left(\frac{10^{-5}}{10^{-12}}\right) = 10\lg10^7 = 70dB$$

– Cả hai bàn phím cùng được gõ :

$$L'(dB) = 10\lg\left(\frac{2I_1}{I_0}\right) = 10\lg2 + 10\lg\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = 10.0,3 + 70 = \mathbf{73dB}$$

Vậy, có thêm một bàn phím được gõ (cùng lúc) thì mức cường độ âm tăn thêm 3dB.

8.5. Chọn C.

8.6. – Thời gian âm truyền trong đường ray : $t_1 = \frac{1235}{5100} = 0,242s$

– Thời gian âm truyền trong không khí : $t_2 = 3,5 + 0,242 = 3,742s$

$\Rightarrow \quad v = \frac{1235}{3,742} = 330\,m/s.$ **Chọn C.**

8.7. Âm nghe được có tần số f nằm trong khoảng : $16Hz \le f \le 20kHz$.

Chọn A.

8.8. Dùng công thức độ lệch pha $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda}$

Ta có : $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{\pi}{2} \quad \Rightarrow \quad \lambda = 4d = 4.1,5625 = 6,25m$

$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{5000}{6,25} = 800Hz.$ **Chọn A.**

8.9. $L(dB) = 10\lg\left(\frac{I}{I_0}\right) = 100dB \quad \Rightarrow \quad \lg\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10 \quad \Rightarrow \quad \left(\frac{I}{I_0}\right) = 10^{1}$

$\Rightarrow \quad I = 10^{10}I_0 = 10^{10}.10^{-12} = 10^{-2}\,W/m^2.$ **Chọn C.**

8.10. Chọn A.

ÔN TẬP CHƯƠNG II

II.1. Phương trình sóng là $u = 10\cos\pi\left(\frac{t}{5} - \frac{x}{2}\right)$ (mm)

Thay x = 4cm, t = 15s vào phương trình sóng, ta được $u_M = 0$.

II.2. Âm do dây đàn phát ra có bước sóng lớn nhất khi có một bụng sóng trên dây : $l = 1.\frac{\lambda_{max}}{2} \Rightarrow \lambda_{max} = 2l = 2.80 = 160\text{cm}$.

II.3. $L\ (\text{dB}) = 10\lg\left(\frac{I}{I_0}\right) = 40\text{dB} \Rightarrow \lg\left(\frac{I}{I_0}\right) = 4 \Rightarrow \left(\frac{I}{I_0}\right) = 10^4$

$\Rightarrow I = 10^4 I_0 = 10^4.10^{-12} = 10^{-8}\ \text{W/m}^2$.

II.4. Ta có : $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{336}{420} = 0{,}8\text{m}$

Dùng điều kiện : $-\frac{AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda}$ (Xem Ví dụ 2 *Bài 6*)

ta có $-6{,}25 < k < +6{,}25 \Rightarrow k = 0; \pm1; \pm2; \pm3; \pm4; \pm5; \pm6$

Vậy có 13 điểm (không kể hai điểm A và B).

II.5. Ta có : $\lambda = \frac{v}{f} = 0{,}05\text{m} = 5\text{cm}$

Cách 1 : Tính tỉ số $n = \frac{\frac{AB}{2}}{\frac{\lambda}{2}} = \frac{6}{2{,}5} = 2{,}4$

Tổng số dãy cực đại là : $2[n] + 1 = 2.2 + 1 = 5$

(Kí hiệu [n] có nghĩa là chỉ lấy giá trị nguyên của n).

Cách 2 : Dùng điều kiện : $-\frac{AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda} \Rightarrow -\frac{12}{5} < k < +\frac{12}{5}$

$\Rightarrow -2{,}4 < k < +2{,}4 \Rightarrow k = 0; \pm1; \pm2$

Vậy có 5 điểm đứng yên (không kể hai điểm A, B).

II.6. Thời gian âm truyền trong đường ray : $t_1 = \frac{990}{5200} = 0{,}19\text{s}$

Thời gian âm truyền trong không khí : $t_2 = 2{,}81 + 0{,}19 = 3\text{s}$

Tốc độ truyền âm trong không khí : $v = \frac{990}{3} = 330\ \text{m/s}$.

II.7. Trong ống sáo có hai nút sóng và hai đầu là hai bụng sóng :

$$l = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2l}{n} = \frac{280}{2} = 80\text{cm}.$$

II.8. Chọn C.

II.9. $\frac{\lambda}{2} = 0{,}8\text{m} \Rightarrow \lambda = 1{,}6\text{m}$. Chọn C.

II.10. Chọn D. **II.11.** Chọn B. **II.12.** Chọn A.

II.13. Chọn D. **II.14.** Chọn D.

I.15. Ta có : $\lambda = \dfrac{v}{f} = 15\text{cm}$

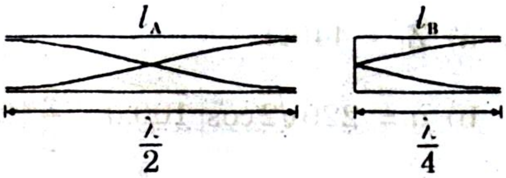
Số điểm đứng yên trong đoạn AB là : $N = 2\left[\dfrac{AB}{\lambda}\right] = 10$. **Chọn C**.

I.16. Chọn A.

I.17. Hai ống sáo cùng phát ra âm cơ bản, nên có cùng tần số : $f_0 = \dfrac{v}{\lambda}$

Ta có : $l_A = \dfrac{\lambda}{2}$; $l_B = \dfrac{\lambda}{4}$

Suy ra : $\dfrac{l_A}{l_B} = 2$. **Chọn B**.



I.18. Chọn C.

I.19. Ta có k = 4 bó sóng. Từ $l = n\dfrac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \dfrac{2l}{n} = 0{,}50\text{m}$

$v = \lambda f = 0{,}5.10 = 5$ m/s. **Chọn C**.

I.20. – Mức cường độ âm do 1 kèn phát ra :

$$L_1 = 10\lg\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = 70\text{dB}$$

– Mức cường độ âm do 5 kèn phát ra :

$$L_5 = 10\lg\left(\frac{5I_1}{I_0}\right) = 10\lg5 + 10\lg\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = 10.0{,}7 + 70 = 77\text{dB}$$

Vậy, mức cường độ âm do 5 kèn cùng phát ra tăng thêm 10% so với khi chỉ có 1 kèn.

I.21. Độ lệch pha tại M và N :

$$\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi d}{vT} = \frac{2\pi.0{,}9}{1{,}2} = \frac{3\pi}{2} \quad \text{với} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 1\text{s}.$$

Dao động tại M sớm pha hơn dao động tại N một góc $\varphi = \dfrac{3\pi}{2}$, do đó phương trình dao động của phần tử tại M có dạng :

$$u_M = 0{,}02\cos\left(2\pi t + \frac{3\pi}{2}\right).$$ **Chọn B**.

CHƯƠNG III

Bài 9

9.1. a) Áp dụng định luật Ôm để tính cảm kháng của cuộn dây :

$$Z_L = \omega L = \frac{U}{I} = \frac{U\sqrt{2}}{I_0} = \frac{100\sqrt{2}}{2{,}4} \approx 64{,}8\Omega$$

Do đó độ tự cảm của cuộn dây : $L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{Z_L}{2\pi f} = \frac{64,8}{120\pi} \approx 0,172H$.

b) Cảm kháng của cuộn dây : $Z_L = 2\pi fL = 2000\pi.0,172 = 1080\Omega$

Cường độ cực đại của dòng điện : $I_0 = \frac{U_0}{Z_L} = \frac{U\sqrt{2}}{Z_L} = \frac{110\sqrt{2}}{1080} \approx 0,144A$.

Cách giải khác : Giá trị hiệu dụng của điện áp như cũ (110V), tần số tăn làm cảm kháng của cuộn dây tăng, do đó dòng điện có cường độ giảm đi.

9.2. a) $Z_L \approx 440\Omega$.

b) $u = 220\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$(A).

9.3. a) $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi.10.10^{-6}} \approx 318\Omega$.

b) $I = \frac{U}{Z_C} = \frac{220}{318,3} \approx 0,69A$.

9.4. a) $i = I\sqrt{2}\cos 2\pi ft$ trong đó I là số chỉ của ampe kế.

$i = \sqrt{2}\cos 120\pi t$ (A).

b) $Z_C = \frac{1}{\omega C} = 221\Omega \quad \Rightarrow \quad U = IZ_C = 1.221 = 221V$.

Điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch chỉ có tụ điện trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so v dòng điện tức thời qua đoạn mạch đó :

$$u = U\sqrt{2}\cos\left(2\pi ft - \frac{\pi}{2}\right) = 221\sqrt{2}\cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{2}\right)\text{(V)}.$$

9.5. a) $Z_C = 400\Omega$.

b) $I_0 = 0,5\sqrt{2}$ A.

c) $i = 0,5\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$(A).

9.6. $Z_L = L\omega = \frac{1}{\pi}.100\pi = 100\Omega$

Suy ra : $I_0 = \frac{U_0}{Z_L} = \frac{200\sqrt{2}}{100} = 2\sqrt{2}$ A.

Cường độ dòng điện qua cuộn cảm thuần trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp ở h đầu cuộn cảm nên : $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$(A). **Chọn C.**

9.7. Tính : $Z_C = 400\Omega$; $I_0 = 0,5\sqrt{2}$ A.

Từ đó : $i = 0,5\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (A). **Chọn D**.

9.8. Chọn A. **9.9. Chọn B.** **9.10. Chọn C.**

9.11. Chọn C. **9.12. Chọn B.**

Bài 10

10.1. $Z_L = L\omega = 2\pi fL = 2.3,14.50.0,51 = 160\Omega$

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi.50.3,97.10^{-5}} = 80\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{60^2 + (160 - 80)^2} = 100\Omega$$

Cường độ hiệu dụng của dòng điện : $I = \frac{U}{Z} = \frac{120}{100} = 1,2$A.

10.2. a) Dung kháng của tụ điện : $Z_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi.50.\frac{10^{-4}}{\pi}} = 100\Omega$

Tổng trở của đoạn mạch : $Z = \sqrt{R^2 + Z_C^2} = \sqrt{100^2 + 100^2} = 100\sqrt{2}\,\Omega$

Cường độ dòng điện hiệu dụng : $I = \frac{U}{Z} = \frac{220}{100\sqrt{2}} \approx 1,56$A.

b) Tổng trở của đoạn mạch : $Z = \frac{U}{I} = \frac{220}{0,5} = 440\Omega$

Dung kháng : $Z_C = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{440^2 - 100^2} \approx 428,5\Omega$

Suy ra : $f = \frac{1}{2\pi C.Z_C} = \frac{1}{2\pi.\frac{10^{-4}}{\pi}.428,5} \approx 11,7$Hz.

10.3. a) $Z = 20\sqrt{5}\,\Omega$.

b) $I = 0,626$A.

c) u trễ pha so với i một góc $26,56^{\circ} \approx 0,464$rad.

10.4. a) Tổng trở $Z = 150\Omega$.

b) $I = 0,8$A; $i = 0,8\sqrt{2}\cos(100\pi t - 1,33)$ (A).

10.5. a) $U_{AB} = 150$V.

b) $R = 200\Omega$: $L = 0,332$H; $C = 9,65\mu$F.

.6. a) $Z_L = Z_C = 145\Omega$. Có hiện tượng cộng hưởng.

b) $Z = 250\Omega$; $I = 0,88A$.

c) $\mathscr{P} = 194W$.

.7. a) Mạch có cộng hưởng, từ đó tính được : $r = 10\Omega$; $L = 0,032H$.

b) $U_L = 40,24V$; $U_C = 40,21V$.

.8. a) Cảm kháng : $Z_L = L\omega = 62,8\Omega$.

Dung kháng : $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = 165\Omega$

Tổng trở : $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \approx 110\Omega$

Cường độ dòng điện qua mạch : $I = \dfrac{U}{Z} = 1A$.

b) Hệ số công suất : $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z} = \dfrac{40}{109,8} = 0,364$.

c) Có hai cách tính công suất tiêu thụ của dòng điện :

Cách 1 : Áp dụng công thức : $\mathscr{P} = UI\cos\varphi = 110.1.0,364 = 40W$.

Cách 2 : Trường hợp công suất tiêu thụ dưới dạng tỏa nhiệt thì có thể áp dụng công thức : $\mathscr{P} = I^2R = 1.40 = 40W$.

0.10. Do U_0 không đổi nên : $I_1 = I_2 \quad \Rightarrow \quad Z_1 = Z_2$

$$\Rightarrow \quad L\omega_1 - \frac{1}{C\omega_1} = \frac{1}{C\omega_2} - L\omega_2 \quad \Rightarrow \quad L(\omega_1 + \omega_2) = \frac{1}{C}\left(\frac{1}{\omega_1} + \frac{1}{\omega_2}\right)$$

$$\Rightarrow \quad \omega_1\omega_2 = \frac{1}{LC} \qquad (1)$$

Khi $I = I_{max} \quad \Rightarrow \quad \omega^2 = \dfrac{1}{LC} \qquad (2)$

Từ (1) và (2) $\quad \Rightarrow \quad \omega = \sqrt{\omega_1\omega_2}$

Hay $f = \sqrt{f_1f_2} = \sqrt{40.62,5} = 50Hz$. **Chọn C.**

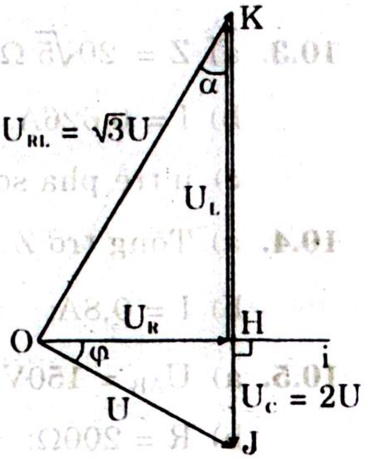
0.11. Chọn D.

0.12. Chọn D.

0.13. Từ giản đồ Fre-nen (Hình bên), tam giác OKJ vuông tại O (do $KJ^2 = OK^2 + OJ^2$)

Suy ra góc $\varphi = 30^\circ$.

Vậy : $\cos\varphi = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$. **Chọn A.**



10.14. $$\mathscr{P} = RI^2 = \frac{RU^2}{R^2 + Z_C^2} = \frac{U^2}{R + \frac{Z_C^2}{R}} \le \frac{U^2}{2Z_C}$$

Dấu bằng xảy ra khi :

$$R = Z_C = \frac{1}{C\omega} \Rightarrow C = \frac{1}{R_0\omega} = \frac{1}{2\pi fR_0}.$$ **Chọn D**.

10.15. Biểu thức **sai** là : $\omega^2 = \frac{L}{R_0}$. Các biểu thức còn lại đều đúng. Vì ta có :

$$\mathscr{P} = RI^2 = \frac{RU^2}{R^2 + Z_C^2} = \frac{U^2}{R + \frac{Z_C^2}{R}} \le \frac{U^2}{2Z_C}$$

Dấu bằng xảy ra khi : $R = Z_L = L\omega \Rightarrow L = \frac{R_0}{\omega}$

Khi đó : $\mathscr{P}_{max} = \frac{U^2}{R_0}$ và $L = \frac{U^2}{\mathscr{P}_{max}\omega}$. **Chọn A**.

10.16. Ta có : $U = 200V;\ I = 3A;\ \varphi = \frac{\pi}{6}$

$$\mathscr{P} = UI\cos\varphi = 200.3.\frac{\sqrt{3}}{2} \approx 520W.$$ **Chọn B**.

Bài 11

11.1. a) $E_0 = E\sqrt{2} = 6\sqrt{2} = 8{,}48V$.

b) Từ $E_0 = NBS\omega \Rightarrow \omega = \frac{E_0}{NBS} = \frac{8{,}48}{400.0{,}02.250.10^{-4}} = 42{,}4$ rad/s

$\Rightarrow n = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{42{,}4}{2\pi} = 6{,}75$ vòng/s = 405 vòng/phút.

11.2. a) Áp dụng công thức $f = np$, trong đó f là tần số của dòng điện do máy phát ra; p là số cặp cực của rôto; n là số vòng quay của rôto trong mỗi giây.

$$f = np = \frac{600}{60}.4 = 40Hz.$$

b) $n = \frac{f}{p} = \frac{50}{4} = 12{,}5$ vòng/s hay $n = 12{,}5.60 = 750$ vòng/phút.

11.3. 1500 vòng/phút; 50 vòng.

11.4. a) Cường độ dòng điện qua các tải :

Tổng trở của mỗi tải : $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} = \sqrt{120^2 + \left(\frac{1}{\pi}.2\pi.60\right)^2} = 120\sqrt{2}\Omega$

Do các tải mắc hình tam giác nên điện áp hiệu dụng trên mỗi tải :

$$U_d = \sqrt{3}U_p = 131\sqrt{3}V$$

Cường độ dòng điện qua mỗi tải : $I = \frac{U_d}{Z} = \frac{131\sqrt{3}}{120\sqrt{2}} = 1{,}34A.$

b) Tính công suất tiêu thụ ở các tải :

$$\mathscr{P} = 3\mathscr{P}_1 = 3RI^2 = 3.120.(1{,}34)^2 = 646W.$$

11.5. Chọn B. **11.6. Chọn A.** **11.7. Chọn C.**

11.8. $n = 60\frac{f}{p} = 1500$ vòng/phút. **Chọn B.**

11.9. Chọn B.

11.10. $p = \frac{60f}{n} = 4.$ **Chọn C.**

11.11. Chọn A.

Bài 12

12.1. a) U' = 6V.

b) Mạch thứ cấp tiêu thụ công suất $\mathscr{P}' = 1{,}5W$ và bằng công suất tiêu thụ mạch sơ cấp.

Suy ra : I' = 0,25A; I = 0,0125A = 12,5mA.

12.2. a) 5,7

b) 99V.

12.3. a) Điện trở tổng cộng của dây dẫn là 0,4Ω.

Công suất hao phí : $\Delta\mathscr{P}_1 = R_1I^2 = 1000W.$

b) Điện trở tổng cộng của dây dẫn là 4Ω.

Công suất hao phí : $\Delta\mathscr{P}_2 = R_2I^2 = 10000W.$

c) Dây càng dài hao phí càng tăng. Để khắc phục điều này, cần đặt trạm biến áp ở gần nơi tiêu thụ điện.

12.4. Chọn B. **12.5. Chọn B.** **12.6. Chọn C.**

12.7. Chọn D. **12.8. Chọn C.** **12.9. Chọn D.**

12.10. $\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{240}{4800} \Rightarrow U_2 = U_1\frac{240}{4800} = 90.\frac{240}{4800} = 4{,}5V$

Cường độ dòng điện hiệu dụng ở cuộn thứ cấp :

$$I_2 = \frac{U_2}{R} = \frac{4{,}5}{5} = 0{,}9A$$

Cường độ dòng điện hiệu dụng ở cuộn sơ cấp :

$$\frac{I_2}{I_1}=\frac{N_2}{N_1} \quad \Rightarrow \quad I_1 = I_2\frac{N_2}{N_1} = 0,9.\frac{240}{4800} = 0,045\text{A} = 45\text{mA}.$$ **Chọn C.**

ÔN TẬP CHƯƠNG III

III.1. a) $\omega = 2\pi f = 100\pi$ rad/s; $\quad Z_L = \omega L = 100\Omega$; $\quad Z_C = \dfrac{1}{\omega C} = 50\Omega$

$$\Rightarrow \quad Z = Z_L - Z_C = 50\Omega \quad \text{và} \quad \varphi = \frac{\pi}{2}.$$

b) $U = 100V : I = \dfrac{U}{Z} = 2A \quad \Rightarrow \quad U_L = I.Z_L = 200V; \quad U_C = I.Z_C = 100V.$

c) $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)(A).$

III.2. Từ công thức : $\mathscr{P} = RI^2 \quad \Rightarrow \quad \mathscr{P}R^2 - U^2R + \mathscr{P}Z_C^2 = 0 \qquad (1)$

Thay $\mathscr{P} = 160W$; $U = 220V$; $Z_C = 120\Omega$ vào (1) tìm được :

$$R_1 = 90\Omega; \quad R_2 = 160\Omega$$

Áp dụng công thức : $\mathscr{P} = RI^2 \quad \Rightarrow \quad I = \sqrt{\dfrac{\mathscr{P}}{R}}; \quad \tan\varphi = \dfrac{Z_C}{R}$

Với $R_1 = 90\Omega \quad \Rightarrow I_1 = \dfrac{4}{3}; \qquad \tan\varphi_1 = \dfrac{4}{3} \quad \Rightarrow \varphi_1 = 0,92$rad

Vậy : $i_1 = \dfrac{4\sqrt{2}}{3}\cos(100\pi t + 0,92)(A)$

Với $R = 160\Omega \quad \Rightarrow I_2 = 1A; \qquad \tan\varphi = \dfrac{3}{4} \quad \Rightarrow \varphi_2 = 0,63$rad

Vậy : $i_2 = \sqrt{2}\cos(100\pi t + 0,63)(A).$

III.3. $\qquad Z = \sqrt{R^2 + \omega^2L^2} = 50\sqrt{2}\,\Omega;$

$$I = \frac{U}{Z} = 2A \quad \Rightarrow \quad \mathscr{P} = RI^2 = 200W.$$

III.4. a) $\quad Z_L = \omega L = 50\Omega; \quad Z_C = \dfrac{1}{\omega C} = 100\Omega$

$$\Rightarrow \quad Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 50\sqrt{2}\Omega.$$

b) $\quad U = IZ = 2.50\sqrt{2} = 100\sqrt{2}V.$

c) $\quad \tan\varphi_{u/i} = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = -1 \quad \Rightarrow \quad \varphi_{u/i} = -\dfrac{\pi}{4}.$

III.5. a) $Z_C = 100\Omega$; $Z_L = 40\Omega$ $\Rightarrow$ $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 100\Omega$.

b) $I = \dfrac{U}{Z} = 1A$.

c) Để $\mathscr{P}_{max}$ thì $Z'_C = Z_L = 40\Omega$ $\Rightarrow$ $C' = \dfrac{1}{\omega Z'_C} = \dfrac{1}{100\pi.40} = \dfrac{10^{-2}}{4\pi}F$

$\approx 7,96.10^{-4}F$.

III.6. a) $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = 50\Omega$.

b) $\tan\varphi_{u/i} = \dfrac{U_L - U_C}{U_R} = \dfrac{3}{4}$ $\Rightarrow$ $\varphi_{u/i} = 0,64$ rad.

c) $I = \dfrac{U}{Z} = 0,25A$ $\Rightarrow$ $R = \dfrac{U_R}{I} = 160\Omega$; $Z_L = \dfrac{U_L}{I} = 200\Omega$

$Z_C = \dfrac{U_C}{I} = 320\Omega$ $\Rightarrow$ $L = \dfrac{Z_L}{\omega} = \dfrac{2}{\pi}H$;

$C = \dfrac{1}{\omega Z_C} = \dfrac{1}{100\pi.320} = 0,1.10^{-4}F = 10^{-5}F$.

III.7. a) $Z_L = 150\Omega$; $Z_C = 150\Omega$ $\Rightarrow$ $\varphi = 0$.

b) $Z = R = 250\Omega$; $I = I_{max} = \dfrac{U}{Z} = \dfrac{220}{250} = 0,88A$.

c) $\mathscr{P} = RI^2 = 194W$.

III.8. Theo đề bài thì $R = Z_L = Z_C = R = \dfrac{U}{I} = \dfrac{5}{0,5} = 10\Omega$.

III.9. $\mathscr{P} = UI\cos\varphi = \dfrac{400}{\sqrt{2}}.\dfrac{1}{\sqrt{2}}\cos\dfrac{\pi}{6} = \dfrac{400}{2}.\dfrac{\sqrt{3}}{2} \approx 346W$.

III.10. $Z_C = 100\Omega$; $Z_L = 10\Omega$

Từ công thức $\mathscr{P} = RI^2 = \dfrac{RU^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

$\Rightarrow$ $\mathscr{P}R^2 - U^2R + \mathscr{P}(Z_L - Z_C)^2 = 0$

$\Rightarrow$ $100R^2 - 100R + 900 = 0$ $\Rightarrow$ $R^2 - 100R + 900 = 0$

$\Rightarrow$ $R_1 = 90\Omega$; $R_2 = 10\Omega$

- Nếu $R = R_1 = 10\Omega$ $\Rightarrow$ $I_1 = \dfrac{U}{\sqrt{R_1^2 + (Z_L - Z_C)^2}} \approx 3,16A$ và $\varphi = 1,23$rad

  $\Rightarrow$ $i = 3,16\sqrt{2}\cos(100\pi t + 1,23)(A)$

- Nếu $R = R_2 = 90\Omega$ $\Rightarrow$ $I_2 = 1,05A$ và $\varphi_2 = 0,35$rad

  $\Rightarrow$ $i_2 = 1,05\sqrt{2}\cos(100\pi t + 0,35)(A)$.

III.11. a) Công suất hao phí trên đường dây : $\Delta\mathscr{P} = RI^2 = R\dfrac{\mathscr{P}^2}{U^2} = 60\text{kW}$

Hiệu suất $H = \dfrac{\mathscr{P} - \Delta\mathscr{P}}{\mathscr{P}} = \dfrac{120 - 60}{120} = 0{,}5 = 50\%$.

b) Độ giảm điện áp trên đường dây tải điện : $\Delta U = IR = \dfrac{\mathscr{P}}{U}R = 500\text{V}$

Điện áp ở hai đầu dây nơi tiêu thụ : $U_1 = U - \Delta U = 1200 - 500 = 700\text{V}$.

c) Điện áp ở hai đầu nơi máy phát : $U' = 10U = 12\text{kV}$

$$\Rightarrow \quad \Delta\mathscr{P} = RI^2 = R\frac{\mathscr{P}^2}{U^2} = 500\text{W}$$

$$\Rightarrow \quad H' = \frac{\mathscr{P} - \Delta\mathscr{P}}{\mathscr{P}} = 0{,}9958 \approx 99{,}6\%.$$

III.12. $U_{L_0} = \dfrac{1}{2}U_{C_0} \quad \Rightarrow \quad U_{C_0} > U_{L_0} \quad \Rightarrow \quad Z_C > Z_L$ hay $\omega L < \dfrac{1}{C\omega}$

Do đó điện áp trễ pha so với dòng điện. **Chọn C.**

III.13. $u = U_0\cos(\omega t + \varphi_0)$, với :

$$U_0 = I_0Z = I_0|Z_L - Z_C| = 2\sqrt{2}\left|10 - \frac{1}{100\pi.\frac{2}{\pi}.10^{-4}}\right| = 80\sqrt{2}\,(\text{V})$$

Do $Z_C > Z_L \Rightarrow \varphi_0 = -\dfrac{\pi}{2}$

$$\Rightarrow \quad u = 80\sqrt{2}\left[\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right) - \frac{\pi}{2}\right] = 80\sqrt{2}\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right).$$

Chọn C.

III.14. $Z = Z_L + Z_C = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$ hay $R^2 + (Z_L - Z_C)^2 = (Z_L + Z_C)^2$

$R^2 + (10 - 50)^2 = (10 + 50)^2$ hay $R^2 = 2000$ suy ra $R = 20\sqrt{5}\Omega$.

Chọn C.

III.15. $f = 120$ vòng/phút $= \dfrac{120}{60} = 2$ vòng/giây $= 2\text{Hz}$. **Chọn D.**

III.16. Biểu thức suất điện động cảm ứng trong khung dây : $\Phi = NBS\cos(\omega t + \varphi$

Chọn $t = 0$ là lúc khung dây vuông góc với từ trường.

Khi đó $\Phi = \Phi_{max}$ và $\cos\varphi = 1$, $\varphi = 0$ do đó $\Phi = NBS\cos\omega t$

Suất điện động : $e = |\Phi'| = \omega NBS\sin\omega t = E_0\sin\omega t$

Vì f = 2Hz $\Rightarrow$ $\omega = 2\pi f = 4\pi$ rad/s

Biên độ suất điện động : $E_0 = 4.3,14.200.0,4.0,6.0,2 = 120V$

Biểu thức : $e = 120\sin 4\pi t$ (V). **Chọn A.**

I.17. Tính e tại t = 5s : ta có $4\pi t = 20\pi$

Khi đó $\sin 20\pi = 0$ $\Rightarrow$ suất điện động e = 0. **Chọn C.**

I.18. Nếu bỏ qua điện trở của khung dây thì điện áp hai đầu khung dây là :

$$u = 120\sin 4\pi t \text{ (V)}.$$

Chọn D.

II.19. Với dòng điện xoay chiều, giá trị hiệu dụng của điện áp :

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100V$$

Cường độ dòng điện hiệu dụng : $I = \frac{U}{R} = \frac{100}{25} = 4A$. **Chọn C.**

II.20. Với dòng điện một chiều, cường độ dòng điện : $I = \frac{U}{R} = \frac{100}{25} = 4A$.

Nhận xét : Cường độ dòng điện trong hai trường hợp là như nhau.

Chọn B.

II.21. Dung kháng : $Z_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi.50.\frac{1}{2\pi}.10^{-4}} = 200\Omega$

Cường độ dòng điện hiệu dụng : $I = \frac{U}{Z_C} = \frac{100}{200} = 0,5A$.

Chọn C.

II.22. Với tần số f'. Dung kháng : $Z'_C = \frac{1}{2\pi f'C}$

Vì f' > f nên $Z'_C < Z_C$, do đó : $I' = \frac{U}{Z'_C} > I$. **Chọn C.**

CHƯƠNG IV

Bài 13

13.1. Từ công thức : $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ suy ra :

$$L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C} = \frac{1}{4\pi^2.4^2.10^6.5.10^{-8}} = 0,0317H$$

Vậy độ tự cảm của cuộn dây là : L = 0,0317H = 31,7mH.

13.2. a) $C = 1{,}25.10^{-6}F = 1{,}25\mu F$.

b) $U_0 = 8V$.

c) $W = 4.10^{-5}J$.

13.3. $$W = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{50.10^{-6}.(12)^2}{2} = 3{,}6.10^{-3}J = 3{,}6mJ$$

$$W_L = \frac{Li^2}{2} = \frac{5.10^{-3}.(0{,}2)^2}{2} = 1{,}0.10^{-3}J = 1mJ$$

Suy ra : $W_C = W - W_L = 3{,}6mJ - 1mJ = 2{,}6mJ$.

13.4. Chọn D. **13.5. Chọn D.** **13.6. Chọn B.**

13.7. Chọn B. **13.8. Chọn B.**

13.9. Lúc đầu : $T = 2\pi\sqrt{LC}$

Lúc sau : $T' = 2\pi\sqrt{LC_b}$ với $C_b = C + 8C = 9C$ $\Rightarrow$ $T' = 3T = 7{,}5.10^{-6}s$.

Chọn B.

Bài 14

14.1. Ta có : $C = \dfrac{\lambda^2}{4\pi^2c^2L}$

- Đối với bước sóng 20m :

$$C_1 = \frac{\lambda_1^2}{4\pi^2c^2L} = \frac{4.10^2}{4\pi^2.9.10^{16}.4.10^{-5}} = 2{,}82.10^{-12}F = 2{,}82pF$$

- Đối với bước sóng 140m :

$$C_2 = \frac{\lambda_2^2}{4\pi^2c^2L} = 138pF$$

- Kết quả : **Điện dung của tụ điện phải có giá trị trong khoảng từ 2,82pF đến 138pF.**

14.2. Từ công thức : $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC_b}$ $\Rightarrow$ $LC_b = \dfrac{\lambda_1^2}{4\pi^2c^2}$

- Khi C_x đạt giá trị $C_1 = 10pF$: $L(C_1 + C_0) = \dfrac{\lambda_1^2}{4\pi^2c^2}$ (1)

- Khi C_x đạt giá trị C_2 : $L(C_2 + C_0) = \dfrac{\lambda_2^2}{4\pi^2c^2}$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ $\dfrac{C_1 + C_0}{C_2 + C_0} = \dfrac{\lambda_1^2}{\lambda_2^2} = \dfrac{1}{9}$ (3)

Thay $C_1 = 10pF$; $C_2 = 250pF$ vào (3), tính được : $C_0 = 2pF$.

Từ đó : $L = \dfrac{\lambda_1^2}{4\pi^2c^2(C_1 + C_0)} = \dfrac{15^2}{4\pi^2.(3.10^8)^2.(10+2).10^{-12}}$

$L = 5,3.10^{-6}H = 5,3\mu H.$

14.3. $2,35\mu H \le L \le 3,75mH.$

14.4. Chọn D. **14.5. Chọn A.** **14.6. Chọn B.**

14.7. Chọn B. **14.8. Chọn D.**

ÔN TẬP CHƯƠNG IV

IV.1. a) $W = \dfrac{1}{2}CU_0^2 = \dfrac{1}{2}.50.10^{-6}.(3,6)^2 = 3,24.10^{-4}J.$

b) $I_0 = q_0\omega = U_0C\omega = U_0\sqrt{\dfrac{C}{L}}$

$\Rightarrow \quad L = C\left(\dfrac{U_0}{I_0}\right)^2 = 50.10^{-6}.\left(\dfrac{3,6}{0,36}\right)^2 = 50.10^{-4}H = 5mH.$

Cách khác : Năng lượng điện từ của mạch dao động LC bảo toàn nên :

$$\frac{CU_0^2}{2} = \frac{1}{2}LI_0^2 \quad\Rightarrow\quad L = C\left(\frac{U_0}{I_0}\right)^2 = 50.10^{-6}.\left(\frac{3,6}{0,36}\right)^2 = 50.10^{-4}H = 5mH.$$

IV.2. $T = 8,9.10^{-9}s.$

IV.3. a) $f \approx 5810Hz.$

b) $I = 3,72mA.$

IV.4. $W_C + W_L = W_C + 8W_C = W_0 \quad\Rightarrow\quad W_C = \dfrac{1}{9}W_0$

$\Rightarrow \quad \dfrac{1}{2}Cu^2 = \dfrac{1}{9}.\left(\dfrac{1}{2}CU_0^2\right) \quad\Rightarrow\quad u^2 = \dfrac{U_0^2}{9}.$ Từ đó : $u = \dfrac{U_0}{3} = 3V.$

IV.5. Từ công thức : $\lambda = \dfrac{c}{f} = c2\pi\sqrt{LC} \quad\Rightarrow\quad C = \dfrac{\lambda^2}{c^2 4\pi^2 L}$ (1)

Do C_1 và C_2 mắc song song, ta có : $C = C_1 + C_2$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \dfrac{\lambda^2}{c^2 4\pi^2 L} = \dfrac{\lambda_1^2}{c^2 4\pi^2 L} + \dfrac{\lambda_2^2}{c^2 4\pi^2 L}$

Ta được : $\lambda = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2} = 12,5m.$

IV.6. a) Năng lượng điện từ trong mạch :

$$W = W_{C\,max} = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{2.10^{-10}.(0,1)^2}{2} = 1.10^{-12}J.$$

b) Máy thu thanh thu được sóng khi trong mạch chọn sóng xảy ra cộng hưởng điện. Tần số sóng tới bằng tần số riêng của mạch dao động.

$$f = \frac{c}{\lambda} = f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \Rightarrow \quad C = \frac{\lambda^2}{4\pi^2c^2L}$$

Với $\lambda = \lambda_1 = 100\text{m}$ thì : $C_1 = \dfrac{100^2}{4\pi^2.(3.10^8)^2.2.10^{-6}} = 1{,}4.10^{-9}\text{F}$

Với $\lambda = \lambda_2 = 1500\text{m}$ thì : $C_2 = \dfrac{1500^2}{4\pi^2.(3.10^8)^2.2.10^{-6}} = 3{,}2.10^{-7}\text{F}$

Vậy, tụ điện có điện dung biến thiên trong **khoảng : 140nF ≤ C ≤ 0,32μF**.

IV.7. Tần số : $f = \dfrac{c}{\lambda} = \dfrac{3.10^8}{400} = 7{,}5.10^5\,\text{Hz} = 0{,}75\text{MHz}$. **Chọn C**.

IV.8. $C = \dfrac{\lambda^2}{4\pi^2c^2L} = \dfrac{(674{,}4)^2}{4\pi^2.(3.10^8)^2.40.10^{-6}} = 3{,}2.10^{-9}\text{F} = 3{,}2\text{nF}$. **Chọn B**.

IV.9. Bước sóng : $\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{c}{nf} = \dfrac{3.10^8}{1{,}33.99{,}9.10^6} = 2{,}3\text{m}$. **Chọn D**.

IV.10. Tại thời điểm ban đầu, cường độ dòng điện qua cuộn dây có giá trị cực đại nên ta có : $i = I_0\cos\omega t$

Với $I_0 = \sqrt{\dfrac{2W}{L}} = \sqrt{\dfrac{2{,}2.10^{-5}}{1.10^{-3}}} = 0{,}2\text{A}$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{1.10^{-3}.1{,}6.10^{-6}}} = 2{,}5.10^4\text{ rad/s}$$

Vậy : $i = 0{,}2\cos(2{,}5.10^4t)$ (A). **Chọn B**.

IV.11. Ta có : $C = \dfrac{\lambda^2}{4\pi^2c^2L}$

- Đối với bước sóng 10m :

$$C_1 = \frac{\lambda_1^2}{4\pi^2c^2L} = \frac{10^2}{4\pi^2.9.10^{16}.12.10^{-6}} = 2{,}35.10^{-12}\text{F} = 2{,}35\text{pF}$$

- Đối với bước sóng 160m :

$$C_2 = \frac{\lambda_2^2}{4\pi^2c^2L} = \frac{160^2}{4\pi^2.9.10^{16}.12.10^{-6}} = 6.10^{-10}\text{F} = 600\text{pF}$$

Điện dung của tụ điện phải có giá trị trong khoảng từ 2,35pF tới 600pF.

Chọn A.

IV.12. Chọn D. **IV.13. Chọn D.** **IV.14. Chọn D.**

IV.15. Chọn D. **IV.16. Chọn D.** **IV.17. Chọn B.**

CHƯƠNG V

Bài 15

15.1. Dùng công thức : $D = (n - 1)A$ *(Xem ví dụ 1)*

Tính được : $\Delta D = 0^{\circ}24'$.

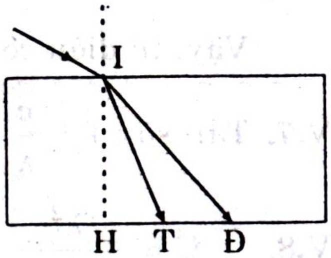
15.2. Theo định luật khúc xạ, đối với tia đỏ : $\sin i = n_d \sin r_d \Rightarrow r_d = 36,97^{\circ}$,

đối với tia tím : $\sin i = n_t \sin r_t \Rightarrow r_t = 36,56^{\circ}$.

Theo hình vẽ bên, ta có :

$$HĐ = HI\tan r_d = 0,9032m$$

$$HT = HI\tan r_t = 0,8898m$$



Bề rộng của dải quang phổ dưới đáy bể là :

$$ĐT = HĐ - HT \approx 1,34cm.$$

15.3. a) Dùng công thức : $\frac{1}{f_v} = (n_v - 1)\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R}\right) = \frac{2(n_v - 1)}{R} \quad \Rightarrow \quad R = 10cm.$

b) Ta có : $\frac{1}{f_d} = \frac{(n_d - 1)}{R}; \quad \frac{1}{f_t} = \frac{(n_t - 1)}{R}$

$$\Rightarrow \quad F_dF_t = 2,97mm.$$

15.4. Chọn D. **15.5. Chọn D.**

15.6. Dùng công thức : $D = (n - 1)A$

$$D_d = (n_d - 1)A = (1,50 - 1).5^{\circ} = (1,50 - 1).300' = 150'$$

$$D_t = (n_t - 1)A = (1,54 - 1).5^{\circ} = 0,54 \times 300' = 162'$$

Do đó : $\alpha = D_t - D_d = 162' - 150' = 12'$. **Chọn C.**

15.7. Tiêu cự của thấu kính đối với ánh sáng đỏ và tím :

$$\frac{1}{f_d} = (n_d - 1)\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R}\right) \quad \Rightarrow \quad f_d = 30cm$$

$$\frac{1}{f_t} = (n_t - 1)\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R}\right) \quad \Rightarrow \quad f_t = 27,8cm$$

Khoảng cách giữa tiêu điểm đối với tia đỏ và tiêu điểm đối với tia tím củ thấu kính là : $f_d - f_t = 30 - 27,8 = 2,2cm$. **Chọn D.**

15.8. Chọn A. **15.9. Chọn A.** **15.10. Chọn D.**

Bài 16

16.1. Bề rộng của quang phổ liên tục bậc 2 là khoảng cách giữa vân sáng tí bậc 2 và vân sáng đỏ bậc 2.

$$\Delta x_2 = 2.\frac{\lambda_d D}{a} - 2.\frac{\lambda_t D}{a} = 2(\lambda_d - \lambda_t)\frac{D}{a}$$

$$\Delta x_2 = 2(0,76 - 0,38).10^{-6}.\frac{2}{0,2.10^{-3}} = 0,76.10^{-3}\,\text{m} = 0,76\text{mm}.$$

16.2. a) Từ công thức : $i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow a = \frac{\lambda D}{i} = \frac{0,6.10^{-6}.3}{1.10^{-3}} = 1,8.10^{-3}\,\text{m}$

Khoảng cách hai khe Y-âng : $1,8.10^{-3}$m.

b) Khi thực hiện thí nghiệm trong nước, bước sóng thay đổi dẫn đến khoảng vân thay đổi, khoảng cách giữa hai khe vẫn không thay đổi :

$$\lambda' = \frac{\lambda}{n} = \frac{0,6.10^{-6}}{\frac{4}{3}} = 0,45.10^{-6}\,\text{m}$$

$$i' = \frac{\lambda' D}{a} = \frac{0,45.10^{-6}.3}{1,8.10^{-3}} = 7,5.10^{-3}\,\text{m} = 7,5\text{mm}.$$

16.3. Vị trí trùng nhau của hai vân sáng ứng với hai bức xạ trên sẽ có màu giống như màu của vân trung tâm. Lúc này ta có :

$$x_1 = x_2 \Leftrightarrow k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 \Leftrightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{550}{660} = \frac{5}{6}$$

Khoảng cách ngắn nhất x_{min} giữa vân sáng có màu giống như màu của vân trung tâm so với vân trung tâm, ứng với $k_1 = 5$ và $k_2 = 6$.

Thay $k_1 = 5$ vào : $x_1 = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = 5.\frac{660.10^{-9}.1,2}{2.10^{-3}} = 1,98.10^{-3}\,\text{m}$

Vậy : $x_{min} = 1,98$mm.

16.4. Khoảng vân : $i = \frac{\lambda D}{a} = 1$mm

Tỉ số : $\frac{L}{2i} = \frac{8,2}{2.1} = 4,1$

Số vân sáng xác định bởi : $N_S = 2.4 + 1 = 9$. Số vân tối là $2n = 8$.

16.5. a) $x = k\frac{\lambda D}{a} = 4.\frac{0,6.10^{-6}.1,8}{0,9.10^{-3}} = 4,8.10^{-3}\,\text{m}.$

b) Vị trí vân sáng bậc k : $x_3 = k\frac{\lambda D}{a}$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{ax}{kD} = \frac{0,9.10^{-3}.4,8.10^{-3}}{k.1,8} = \frac{2,4}{k}.10^{-6}\,\text{m} = \frac{2,4}{k}\,(\mu\text{m}) \text{ với } k \in Z.$$

Với ánh sáng trắng : $0,38\mu m \le \lambda \le 0,76\mu m \Leftrightarrow 0,38 \le \frac{2,4}{k} \le 0,76$

$$\Rightarrow \quad 3{,}2 \le k \le 6{,}3 \text{ và } k \in Z \quad \Leftrightarrow \quad k = 4,\ 5,\ 6.$$

Vậy, có vân sáng của 2 bức xạ khác có bước sóng (0,48μm và 0,40μm).

16.6. 4mm.

16.7. Ta có : $i = \dfrac{\lambda D}{a}$; $i' = \dfrac{\lambda(D + 0{,}5)}{a}$. Suy ra : $i' > i$.

Với : $\Delta i = i' - i = \dfrac{0{,}5\lambda}{a} = 0{,}2.10^{-3}$m

$$\Rightarrow \quad \lambda = \frac{1{,}5.10^{-3}.0{,}2.10^{-3}}{0{,}5} = 0{,}6.10^{-6}\text{m} = 0{,}6\mu\text{m}.$$

16.8. Chọn B.

16.9. $x = k\dfrac{\lambda D}{a} = 4.\dfrac{0{,}6.10^{-6}.1{,}8}{0{,}9.10^{-3}} = 4{,}8.10^{-3}\text{m} = 4{,}8\text{mm}$. **Chọn A.**

16.10. Chọn D.

16.11. Chọn A.

16.12. Giữa 6 vân sáng chỉ có 5 khoảng vân, do đó : $i = \dfrac{2{,}4}{5}$

Ta có : $\lambda = \dfrac{ia}{D} = \dfrac{2{,}4.1{,}2}{5.0{,}9.10^3} = 0{,}64.10^{-3}\text{mm} = 0{,}64\mu\text{m}$. **Chọn C.**

Bài 17

17.1. Chọn C.
17.2. Chọn C.
17.3. Chọn B.
17.4. Chọn C.
17.5. Chọn A.
17.6. Chọn C.
17.7. Chọn A.
17.8. Chọn A.

ÔN TẬP CHƯƠNG V

V.1. Ta có : $i = \dfrac{\lambda_d D}{a}$; $i' = \dfrac{\lambda(D + 0{,}6)}{a}$. Suy ra : $i' > i$.

Với : $\Delta i = i' - i = \dfrac{0{,}6\lambda}{a} = \dfrac{0{,}6.(0{,}6.10^{-6})}{3.10^{-3}} = 0{,}12.10^{-3}\text{m} = 0{,}12\text{mm}$.

V.2. Khoảng vân : $i = \dfrac{\lambda D}{a} = 2\text{mm}$

Số vân sáng : $N = 2.\left[\dfrac{L}{2i}\right] + 1 = 3$. Số vân tối : 2.

V.3. Vị trí các vân sáng trên màn : $x = k\dfrac{\lambda D}{a}$

– Với bức xạ λ_1, ta có : $x_1 = k_1\dfrac{\lambda_1 D}{a}$ (1)

– Với bức xạ λ_2, ta có : $x_2 = k_2\dfrac{\lambda_2 D}{a}$ (2)

Vị trí trùng nhau của hai vân sáng ứng với hai bức xạ trên sẽ có màu giống như màu của vân trung tâm. Lúc này ta có :

$$x_1 = x_2 \quad \Leftrightarrow \quad k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 \quad \Leftrightarrow \quad \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{3}{5}$$

Khoảng cách ngắn nhất x_{min} giữa vân sáng có màu giống như màu của vân trung tâm so với vân trung tâm, ứng với $k_1 = 3$ và $k_2 = 5$.

Thay $k_1 = 3$ vào (1) ta được :

$$x_1 = k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = 3.\frac{0,75.10^{-6}.1,2}{0,8.10^{-3}} = 3,375.10^{-3}\,m$$

Vậy : $x_{min} = 3,375mm \approx 3,38mm$.

V.4. a) $i = 1mm$; $x = ki$ (mm).

b) 2,5mm.

V.5. a) $i_1 = 0,64mm$; $x_6 = 3,84mm$.

b) 2,56mm.

V.6. Khi đi từ môi trường này sang môi trường khác, tốc độ và bước sóng của ánh sáng đơn sắc bị thay đổi nhưng chu kì và tần số của ánh sáng không thay đổi. **Chọn B.**

V.7. Chọn C. **V.8. Chọn C.** **V.9. Chọn A.**

V.10. Chọn D. **V.11. Chọn C.**

V.12. Do tác dụng hủy diệt tế bào, nên tia X được áp dụng để chữa một số bệnh ung thư, nhưng áp dụng này không phổ biến bằng áp dụng của khả năng đâm xuyên. **Chọn A.**

V.13. Vì tính chất này, nên tia X có bước sóng nhỏ thường được gọi là tia X cứng, còn tia có bước sóng lớn, là tia X mềm. **Chọn B.**

V.14. Chọn C. **V.15. Chọn C.** **V.16. Chọn D.**

V.17. Chọn B. **V.18. Chọn C.** **V.19. Chọn C.**

V.20. Chọn B. **V.21. Chọn D.** **V.22. Chọn D.**

CHƯƠNG VI

Bài 18

18.1. $v_{max} = \dfrac{hc}{e}\left(\dfrac{1}{\lambda} - \dfrac{1}{\lambda_0}\right)$, suy ra : $\lambda = \lambda_0\dfrac{hc}{hc + \lambda_0 e v_{max}}$

$$\lambda = 0{,}275.10^{-6}.\frac{6{,}625.10^{-34}.3.10^{8}}{6{,}625.10^{-34}.3.10^{8} + 0{,}275.10^{-6}.1{,}6.1{,}6.10^{-19}.2{,}4} = 0{,}18\mu m.$$

18.2. $\varepsilon_1 = A + W_{d1\,max}$ (1)

$\varepsilon_2 = A + W_{d2\,max}$ (2)

$\Rightarrow \quad \varepsilon_2 - \varepsilon_1 = W_{d2\,max} - W_{d1\,max} = 4eV$

Vậy, $W_{d2\,max} = 4eV + W_{d1\,max} = 4eV + 2eV = 6eV$.

18.3. Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng : $W_{d\,max} = Q + \varepsilon = eU_{AK}$ (1)

Từ (1) $\Rightarrow \quad eU_{AK} \geq \varepsilon = \dfrac{hc}{\lambda}$ (2)

Từ (2), ta thấy rằng λ_{min} khi toàn bộ động năng của êlectron chuyển thành năng lượng tia X (ứng với Q = 0) : $eU_{AK} = \dfrac{hc}{\lambda_{min}}$

$$\Rightarrow \quad U_{AK} = \frac{hc}{e\lambda_{min}} = 15527V = 15{,}527kV \approx 15{,}5kV.$$

18.4. Từ công thức : $hf_{max} = eU_{AK}$

$$\Rightarrow \quad f_{max} = \frac{eU_{AK}}{h} = \frac{1{,}6.10^{-19}.12{,}42.10^{3}}{6{,}625.10^{-34}} \approx 3.10^{18}Hz.$$

18.5. $$\mathscr{P} = \frac{N_p\varepsilon}{t} = \frac{N_p}{t}.\frac{hc}{\lambda}$$

$$\Rightarrow \quad N_p = \frac{\mathscr{P}t\lambda}{hc} = \frac{1.1.400.10^{-9}}{6{,}625.10^{-34}.3.10^{8}} = 2{,}0.10^{18} \text{ (phôtôn)}.$$

18.6. Chọn A.

18.7. $\varepsilon = \dfrac{hc}{\lambda} \Rightarrow$ λ giảm thì năng lượng của phôtôn tăng. **Chọn B.**

18.8. Công thoát $A = hf_0 \Rightarrow \quad f_0 = \dfrac{A}{h} = \dfrac{7{,}23.10^{-19}}{6{,}625.10^{-34}} = 1{,}09.10^{15}Hz$

- Chỉ có các bức xạ f_1 và f_2 (lớn hơn f_0) gây được hiện tượng quang điện. **Chọn C.**

18.9. Chọn A. **18.10. Chọn C.** **18.11. Chọn B.**

18.12. $\varepsilon = \dfrac{hc}{\lambda} \Rightarrow \dfrac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \dfrac{\lambda_2}{\lambda_1} = 0{,}78.$ **Chọn B.**

18.13. $$A = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{6{,}625.10^{-34}.3.10^{8}}{0{,}30.10^{-6}} = 6{,}625.10^{-19}J$$

A = 4,14eV. **Chọn D.**

Bài 19

19.1. Chọn C. **19.2.** Chọn C. **19.3.** Chọn A.

19.4. Chọn A. **19.5.** Chọn D. **19.6.** Chọn B.

19.7. Chọn A.

19.8. Dựa vào sơ đồ mức năng lượng (Hình 19.2) và hệ thức : $\frac{hc}{\lambda_{mn}} = E_m - E_n$

$$\frac{hc}{\lambda_{32}} = \frac{hc}{\lambda_{31}} + \frac{hc}{\lambda_{21}} \quad \Rightarrow \quad \lambda_{32} = 0{,}6566\mu m.$$ **Chọn B.**

Bài 20

20.1. a) Khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trăng :

$$L = c\frac{t}{2} = 3.10^8.\frac{2{,}667}{2} \approx 4.10^8\,m = 400000km.$$

b) Công suất của chùm laze :

$$\mathscr{P} = \frac{W_0}{t_0} = \frac{10.10^3\,J}{1.10^{-7}\,s} = 1.10^{11}\,W = 100000MW.$$

20.2. Chọn B. **20.3.** Chọn D. **20.4.** Chọn C.

20.5. Chọn A. **20.6.** Chọn C. **20.7.** Chọn C.

20.8. Chọn C. **20.9.** Chọn D.

ÔN TẬP CHƯƠNG VI

VI.1. Giới hạn quang điện λ_0 của đồng tính bởi :

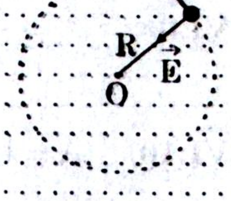
$$\lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6{,}625.10^{-34}.3.10^{-8}}{4.7.1{,}6.10^{-19}} = 264.10^{-9}\,m = 264nm$$

Điều kiện gây ra hiện tượng quang điện là $\lambda < \lambda_0 = 264nm$.

VI.2. Công thoát của êlectron quang điện khỏi catôt kim loại :

$$A = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{6{,}625.10^{-34}.3.10^8}{52.10^8} = 0{,}38.10^{-18}\,J \quad \text{hay} \quad A = 2{,}375eV.$$

VI.3. Êlectron chuyển động trong từ trường đều dưới tác dụng của lực Lorenxo $\vec{F_L}$ (bỏ qua ảnh hưởng của trọng lực), lực $\vec{F_L}$ luôn luôn hướng vào tâm quỹ đạo nên có vai trò là lực hướng tâm (Hình bên).



$$F = ev_{0max}B\sin\alpha = \frac{mv_{0max}^2}{R}, \quad \text{với } \sin\alpha = 1.$$

$$\Rightarrow \quad R_{max} = \frac{mv_{0max}}{eB} = \frac{9{,}1.10^{-31}.0{,}5.10^6}{1{,}6.10^{-19}.1{,}42.10^{-5}} = 0{,}20m.$$

VI.4. Điện thế cực đại V_{max} xác định bởi :

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + eV_{max} \quad \Rightarrow \quad V_{max} = 2,07V.$$

VI.5. $8,28.10^{-11}$m.

VI.6. $eU = h\frac{c}{\lambda} \quad \Rightarrow \quad U = h\frac{c}{\lambda e} = 6,625.10^{-34}.\frac{3.10^8}{6,21.10^{-11}.1,6.10^{-19}} \approx 20.10^3\,V.$

VI.7. Năng lượng ion hóa nguyên tử hiđro là năng lượng cần thiết cung cấp cho nguyên tử hiđro để đưa êlectron từ quỹ đạo K ra vô cực (ra ngoài nguyên tử).

$$E_{\infty} - E_K = 13,6eV = 13,6.1,6.10^{-19}J$$

Vạch có bước sóng ngắn nhất trong dãy Lai-man là vạch ứng với bước chuyển của êlectron từ vô cực về quỹ đạo K.

$$\frac{hc}{\lambda_{\infty K}} = E_{\infty} - E_K = 13,6.1,6.10^{-19}J$$

$$\lambda_{\infty K} = \frac{hc}{E_{\infty} - E_K} = 0,9134.10^{-7}\,m = 0,09134\mu m$$

$$\frac{1}{\lambda_{\infty K}} = \frac{1}{\lambda_{\infty L}} + \frac{1}{\lambda_{LK}} = \frac{1}{\lambda_{\infty L}}.\frac{1}{\lambda_{đỏ}}$$

$$\lambda_{\infty L} = \frac{0,656.0,09134}{0,656 - 0,09134} = 0,1061\mu m.$$

VI.8. Ba vạch đầu tiên trong dãy Pa-sen ứng với các bước sóng λ_{PM}, λ_{OM} và λ_{NM}. Với λ_{ML} là bước sóng của ánh sáng đỏ, λ_{NL} bước sóng của ánh sáng lam, λ_{OL} là ánh sáng của bước sóng chàm và λ_{PL} là bước sóng của ánh sáng tím, ta có những hệ thức sau :

$$\frac{1}{\lambda_{PL}} = \frac{1}{\lambda_{PM}} + \frac{1}{\lambda_{ML}} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{\lambda_{tím}} = \frac{1}{\lambda_{PM}} + \frac{1}{\lambda_{đỏ}} \qquad (1)$$

$$\frac{1}{\lambda_{OL}} = \frac{1}{\lambda_{OM}} + \frac{1}{\lambda_{ML}} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{\lambda_{chàm}} = \frac{1}{\lambda_{OM}} + \frac{1}{\lambda_{đỏ}} \qquad (2)$$

$$\frac{1}{\lambda_{NL}} = \frac{1}{\lambda_{NM}} + \frac{1}{\lambda_{ML}} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{\lambda_{lam}} = \frac{1}{\lambda_{NM}} + \frac{1}{\lambda_{đỏ}} \qquad (3)$$

Từ (1), (2) và (3) ta tính được các bước sóng ứng với ba vạch đầu tiên trong dãy Pa-sen của nguyên tử hiđro : 1,875μm; 1,282μm; 1,093μm.

VI.9. $A = \frac{hc}{\lambda_0} \quad \Rightarrow \quad \lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{2,76.1,6.10^{-19}} = 0,45\mu m.$ **Chọn D.**

VI.10. $A = hf_0 \quad \Rightarrow \quad f_0 = \frac{A}{h} = \frac{1,88.1,6.10^{-19}}{6,625.10^{-34}} = 4,54.10^{14}\,Hz.$ **Chọn C.**

VI.11. Từ công thức : $\frac{hc}{\lambda_0} = A + W_{dmax}$ $\Rightarrow$ $W_{dmax} = \frac{hc}{\lambda_0} - A$

$$W_{dmax} = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right) = 6{,}625.10^{-34}\left(\frac{1}{350.10^{-9}} - \frac{1}{500.10^{-9}}\right) = 1{,}70.10^{-19}\text{J}$$

hay $W_{dmax} \approx 1{,}063\text{eV}$. **Chọn B.**

VI.12. $hf_{max} = E_{\infty} - E_1 = 13{,}6.1{,}6.10^{-19}\text{J}$ $\Rightarrow$ $f = 3{,}3.10^{15}\text{Hz}$. **Chọn B.**

VI.13. $\varepsilon_{31} = \varepsilon_{32} + \varepsilon_{21}$ $\Rightarrow$ $\frac{hc}{\lambda_{31}} = \frac{hc}{\lambda_{32}} + \frac{hc}{\lambda_{21}}$

$$\Rightarrow \quad \lambda_{MK} = \frac{\lambda_{ML}\lambda_{LK}}{\lambda_{ML} + \lambda_{LK}} = \frac{121{,}7.656{,}3}{121{,}7 + 656{,}3} = 102{,}7\text{nm}.$$ **Chọn C.**

VI.14. Bốn vạch thuộc miền ánh sáng nhìn thấy là H_α, H_β, H_γ, H_δ, các vạch còn lại thuộc miền tử ngoại. **Chọn B.**

VI.15. $\varepsilon_{32} = \varepsilon_{31} - \varepsilon_{22}$ $\Rightarrow$ $\frac{hc}{\lambda_\alpha} = \frac{hc}{\lambda_2} - \frac{hc}{\lambda_1}$.

$$\Rightarrow \quad \lambda_\alpha = \frac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} = \frac{0{,}122.0{,}103}{0{,}122 - 0{,}103} = 0{,}661\mu\text{m}.$$ **Chọn B.**

VI.16. Dãy Pa-sen trong quang phổ của nguyên tử hiđro, được tạo thành khi êlectron chuyển từ các quỹ đạo ngoài về quỹ đạo M. **Chọn C.**

VI.17. Chọn A. **VI.18. Chọn A.** **VI.19. Chọn B.**

CHƯƠNG VII

Bài 21

21.1. a) $^{56}_{26}Fe$ có 26 prôtôn và 30 nơtron.

b) $^{206}_{82}Pb$ có 82 prôtôn và 124 nơtron.

c) $^{200}_{79}Au$ có 79 prôtôn và 121 nơtron.

21.2. Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{16}_{8}O$: $\frac{W_{lk}}{A} = 8{,}00$ MeV/nuclôn

Suy ra năng lượng liên kết của hạt nhân $^{16}_{8}O$:

$$W_{lk} = 16 \text{ nuclôn}.\frac{8{,}00\text{MeV}}{\text{nuclôn}} = 128\text{MeV}.$$

21.3. 8,79 MeV/nuclôn.

21.4. $\varepsilon_U = 7{,}4$ MeV/nuclôn > $\varepsilon_\alpha = 7{,}1$ MeV/nuclôn; hạt nhân ^{238}U bền hơn hạt α.

21.5. Chọn A. **21.6. Chọn A.** **21.7. Chọn D.**

21.8. Chọn C. **21.9. Chọn A.**

Bài 22

22.1. a) $^{4}_{2}He + ^{14}_{7}N \longrightarrow ^{1}_{1}p + ^{17}_{8}O$

b) $^{234}_{90}Th \longrightarrow ^{234}_{91}Pa + ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\tilde{v}$

22.2. a) $^{238}_{90}Th \longrightarrow ^{212}_{83}Bi + 4\left(^{4}_{2}He\right) + 1\left(^{0}_{-1}e\right) + 1\left(^{0}_{0}\tilde{v}\right)$

b) $^{238}_{92}U \longrightarrow ^{206}_{92}Pb + 8\alpha + 6\beta^{-} + 6^{0}_{0}\tilde{v}$.

22.3. $^{2}_{1}D$. **22.4.** p (tức $^{1}_{1}H$). **22.5. Chọn D.**

22.6. Vì các hạt sinh ra sau phản ứng có cùng vận tốc nên theo định luật bảo toàn động lượng ta có :

$$m_\alpha v_\alpha = (m_0 + m_p)v \quad \Rightarrow \quad v^2 = 2.\frac{m_\alpha W_\alpha}{(m_0 + m_p)^2}$$

Từ đó : $W_O = \frac{1}{2}m_0 v^2 = \frac{m_0 m_\alpha W_\alpha}{(m_0 + m_p)^2} = \frac{17}{81}W_\alpha$

$$W_p = \frac{1}{2}m_p v^2 = \frac{m_p m_\alpha W_\alpha}{(m_0 + m_p)^2} = \frac{1}{81}W_\alpha$$

$\Rightarrow \quad \frac{W_O}{W_p} = \frac{17}{1}$. **Chọn A.**

22.7. Chọn A.

22.8. Chọn D.

Bài 23

23.1. $\frac{H}{H_0} = 12,5\% = 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{1}{8} = 2^{-3} \quad \Rightarrow \quad \frac{t}{T} = 3 \quad \Rightarrow \quad T = 3,83$ ngày.

23.2. 25%.

23.3. *Hướng dẫn* : Lấy số khối A = 226 làm khối lượng mol của radi.

Đáp số : T ≈ 1600 năm ($H_0 \approx 1Ci$).

23.4. Sau khoảng thời gian t = 30s = 3T nên độ phóng xạ còn lại :

$$H = \frac{H_0}{8} = 0,25.10^7 \text{ Bq}.$$

23.5. $\frac{H}{H_0} = 86\% = 2^{-\frac{t}{T}} \quad \Rightarrow \quad \frac{t}{T} = -\frac{\ln 0,86}{\ln 2} = \frac{0,1508}{0,693} \quad \Rightarrow \quad t \approx 1250$ năm.

23.6. Chọn C. **23.7. Chọn D.** **23.8. Chọn B.**

23.9. Chọn A. **23.10. Chọn B.**

Bài 24

24.1. Tỏa năng lượng 18,07MeV.

24.2. 0,8.

24.3. Ta có : $m_0 = m(U) + m_n = 235{,}0439 + 1{,}0087 = 236{,}0526u$

$m = m(Xe) + m(Sr) + 2m_n = 235{,}8603u$

$\Delta m = m_0 - m = 0{,}1924u = 0{,}1924.931{,}5 = 179\ MeV/c^2$

Vậy : $W = 179MeV \approx 2{,}86.10^{-11}J$

$$1000g\ (U) = \frac{1000}{235} mol = 4{,}255\ mol,$$

chứa $4{,}255.N_A$ hạt nhân $= 25{,}6.10^{23}$ hạt nhân.

Năng lượng do 1kg urani 235 phân hạch hoàn toàn tỏa ra là :

$$W = 179.25{,}6.10^{23} = 4{,}56.10^{26}\ MeV = 7{,}3.10^{13}J.$$

24.4. Ta có : $W_{He} = 17{,}5.\dfrac{1}{4{,}0015.1{,}66.10^{-27}} MeV$

$W_{He} \approx 2{,}63.10^{27}\ MeV \approx 4{,}22.10^{14}J$

Mặt khác, ta đã biết 1kg ^{235}U phân hạch hoàn toàn tỏa ra năng lượng là $7{,}3.10^{13}J$.

Vậy : $\dfrac{W_{He}}{W_U} \approx 5{,}7$ lần.

24.5. Chọn C. **24.6. Chọn C.**

24.7. Chọn D. **24.8. Chọn C.**

ÔN TẬP CHƯƠNG VII

VII.1. Ta có : $N_1 = N_{01}.e^{-\lambda_1 t}$ và $N_2 = N_{02}.e^{-\lambda_2 t}$, với $N_{01} = N_{02}$

Lập tỉ số : $\dfrac{N_1}{N_2} = \dfrac{N_{01}}{N_{02}}.e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t} \Rightarrow t = \dfrac{\ln\dfrac{N_1}{N_2}}{\lambda_2 - \lambda_1} \approx 6{,}04.10^9$ năm.

VII.2. Sau hai chu kì, khối lượng hạt nhân urani còn lại $\dfrac{m_0}{4}$. Do đó khối lượng hạt nhân urani đã bị phân rã bằng $\dfrac{3m_0}{4}$ và khối lượng hạt nhân heli được tạo thành bằng : $m_\alpha = \dfrac{3}{4}m_0\dfrac{M_\alpha}{M_U} = 0{,}3g.$

VII.3. Số hạt nhân X còn lại trong mẫu hiện nay : $N_X = N_0.e^{\frac{\ln 2}{T}t}$

Số hạt nhân Y tạo thành bằng số hạt nhân X đã bị phân rã :

$$N_Y = \Delta N_X = N_0\left(1 - e^{\frac{\ln 2}{T}t}\right)$$

$$\text{Vậy : } \frac{N_Y}{N_X} = \frac{1 - e^{\frac{\ln 2}{T}t}}{e^{\frac{\ln 2}{T}t}} = k \;\Rightarrow\; e^{\frac{\ln 2}{T}t} = \frac{1}{(1+k)} \;\Rightarrow\; t = T\frac{\ln(1+k)}{\ln 2}.$$

VII.4. a) $^{31}_{14}\text{Si} \longrightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{31}_{15}P + {}^{0}_{0}\bar{v}$

b) 2,59h.

VII.5. Năng lượng tỏa ra trong phản ứng :

$$W = (m_0 - m)c^2 = m_{Ra} - (m_{Rn} + m_\alpha)$$

$$W = 226{,}025406u - 226{,}010177u = 0{,}005229u$$

$$= 0{,}005229u.c^2 = (0{,}005229u)(931{,}5\ \text{MeV/u}) = 4{,}87\text{MeV}.$$

VII.6. Độ hụt khối của các hạt nhân trước và sau phản ứng :

$$\Delta m = \Delta m_{He} - (\Delta m_T + \Delta m_D) = 0{,}0194u$$

Năng lượng tỏa ra bởi phản ứng :

$E = \Delta m.c^2 = 0{,}0194u.c^2 = 18{,}07\text{MeV}$ hay $2{,}89.10^{-12}$J. **Chọn A.**

VII.7. Chọn D. **VII.8. Chọn C.**

VII.9. Phương trình phân rã phóng xạ này của urani có dạng :

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{92}U + x\,{}^{4}_{2}He + y\,{}^{0}_{-1}e + y\,{}^{0}_{0}\bar{v}$$

Gọi x là số hạt α và y là số hạt êlectron.

Theo định luật bảo toàn số khối và điện tích :

$$238 = 234 + x.4 + y.0$$

$$92 = 92 + x.2 + y.(-1)$$

Từ đây suy ra : x = 1 và y = 2.

Vậy hạt nhân $^{238}_{92}U$ đã phóng xạ ra 1 hạt α và 2 êlectron (có kèm theo 2 phản nơtrinô).

VII.10. 5,45MeV.

VII.11. Chọn A. **VII.12. Chọn C.** **VII.13. Chọn D.**

VII.14. Chọn B. **VII.15. Chọn A.** **VII.16. Chọn A.**

VII.17. Chọn A. **VII.18. Chọn B.** **VII.19. Chọn C.**

VII.20. Chọn C.

CHƯƠNG VIII

Bài 25

25.1. Chọn B. **25.2. Chọn A.** **25.3. Chọn A.**

25.4. Chọn B. **25.5. Chọn B.**

Bài 26

26.1. **Chọn D.** **26.2.** **Chọn C.** **26.3.** **Chọn D.**

26.4. **Chọn B.** **26.5.** **Chọn B.** **26.6.** **Chọn B.**

ÔN TẬP CHƯƠNG VIII

VIII.1. Năng lượng của phôtôn $\varepsilon = \dfrac{hc}{\lambda} = 4,8.10^{-13}$ J

Định luật bảo toàn năng lượng : $\varepsilon = 2m_0c^2 + 2W_đ$, với m_0c^2 là năng lượng nghỉ và $W_đ$ là động năng của hạt (2 hạt có cùng khối lượng).

$m_0 = 9,1.10^{-31}$kg; $c = 3.10^8$ m/s.

Tính toán ta được : $W_đ = 1,58.10^{-13}J \approx 1MeV$.

VIII.2. Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng, ta có :

$hf = 2m_0c^2 + W_{đ1} + W_{đ2}$

Ở đây $W_{đ1}$, $W_{đ2}$ là động năng của êlectron và pôzitron.

Tần số f nhỏ nhất khi động năng của êlectron và pôzitron bằng 0.

Vậy : $f_{min} = \dfrac{2m_0c^2}{h}$

Thay $m_0 = 9,1.10^{-31}$kg; $c = 3.10^8$ m/s; $h = 6,6625.10^{-34}$J.s, ta có :

$f_{min} = 2,47.10^{20}$ Hz.

VIII.3. Áp dụng hệ thức Anh-xtanh $E = \Delta mc^2$, với $E = \mathscr{P}t$; $t = 365.24.3600s$.

Từ đó tìm được $\Delta m = 1,37.10^{17}$ kg/năm. Phần khối lượng Mặt Trời bị giảm đi mỗi năm là $\dfrac{\Delta m}{M}$, M là khối lượng Mặt Trời, $M = 1,99.10^{30}$kg.

Từ đó ta có : $\dfrac{\Delta m}{M} \approx 6,88.10^{-14}$ (tỉ lệ này nhỏ, không đáng kể).

VIII.4. Chọn B. **VIII.5. Chọn A.** **VIII.6. Chọn C.**

VIII.7. Chọn C. **VIII.8. Chọn D.** **VIII.9. Chọn B.**

VIII.10. Chọn C. **VIII.11. Chọn C.** **VIII.12. Chọn C.**

VIII.13. Chọn C. **VIII.14. Chọn B.** **VIII.15. Chọn C.**

VIII.16. Chọn C. **VIII.17. Chọn B.** **VIII.18. Chọn C.**

VIII.19. Chọn B.

ĐỀ ÔN LUYỆN

(Thời gian làm bài : 90 phút)

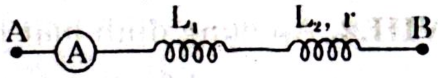
ĐỀ 1

. PHẦN CHUNG CHO TẤT CẢ THÍ SINH *(40 CÂU)*

Câu 1. Mạch điện như hình Đ.1. Đặt hai đầu AB một điện áp xoay chiều $u_{AB} = 50\sqrt{10}\cos(100\pi t)\,(V)$, cuộn cảm thuần 1 có độ tự cảm L_1, cuộn cảm thuần 2 có độ tự cảm $L_2 = \frac{0,5}{\pi}(H)$, $r = 50\ (\Omega)$. Số chỉ của ampe kế là 1(A). Độ tự cảm L_1 nhận giá trị :

A. $L_1 = \frac{0,5}{\pi}(H)$ B. $L_1 = \frac{1}{\pi}(H)$

C. $L_1 = \frac{0,5}{\pi}\sqrt{3}\,(H)$ D. $L_1 = \frac{2}{\pi}(H)$.



Hình Đ.1

Câu 2. Điều nào sau đây là đúng khi nói về hệ thức Anh-xtanh giữa năng lượng và khối lượng ?

A. Nếu một vật có khối lượng m thì nó có năng lượng nghỉ $E = m^2c$.

B. 1kg của bất kì chất nào cũng chứa một lượng năng lượng rất lớn bằng 25 tỉ kWh.

C. Năng lượng nghỉ và năng lượng thông thường là hai dạng khác biệt nhau không thể biến đổi qua lại lẫn nhau được.

D. Trong vật lí hạt nhân khối lượng của các hạt có thể đo bằng đơn vị MeV.

Câu 3. Một con lắc đơn có khối lượng m = 200g và độ dài dây treo $l = 2m$. Góc lệch cực đại của dây so với đường thẳng đứng $\alpha_0 = 10^0$. Cơ năng và vận tốc vật nặng khi nó ở vị trí thấp nhất là :

A. W = 6,1J; v = 2 m/s   B. W = 0,061J; v = 0,78 m/s

C. W = 2J; v = 2 m/s   D. W = 0,02J; v = 0,78 m/s.

Câu 4. Chu kì bán rã của chất phóng xạ Sr38 là T = 20 năm. Sau 80 năm, số phần trăm (%) hạt nhân còn lại chưa phân rã là :

A. 25%   B. 50%   C. 12,5%   D. 6,25%.

Câu 5. Cho một mạch chọn sóng gồm hai tụ C_1 = 490pF và C_2 = 10pF mắc nối tiếp, cuộn cảm L = 2,9mH. Tần số sóng điện từ mà mạch đó có thể bắt được là :

A. f = 4,2MHz   B. f = 29,85MHz

C. f = 292,6MHz   D. f = 0,94MHz.

Câu 6. Một khung dây có N = 100 vòng, đường kính mỗi vòng là d = 10cm được đặt trong một từ trường đều có cảm ứng từ B = 0,2T, mặt phẳng của khung vuông góc với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$. Khung quay đều với tần số 3000 vòng/phút. Lúc t = 0 thì pháp tuyến $\vec{n}$ của khung vuông góc với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$. Biểu thức suất điện động xuất hiện trong khung :

A. $e = 15,7\pi\sin(100\pi t)$ (V) B. $e = 15,7\pi\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (V)

C. $e = 22,14\pi\sin(100\pi t)$ (V) D. $e = 22,14\pi\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (V).

Câu 7. Cho biết vạch đầu tiên trong dãy Laiman $\lambda_{21} = 0,121\mu m$, và ba vạch trong dãy Banme là :

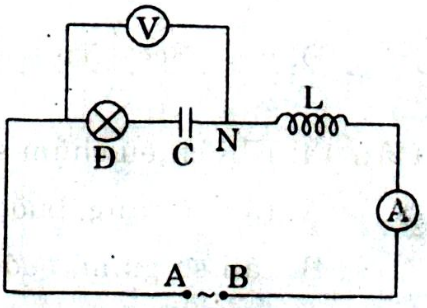
$H_\alpha : \lambda_{32} = 0,656\mu m$; $H_\beta : \lambda_{42} = 0,486\mu m$; $H_\gamma : \lambda_{52} = 0,434\mu m$.

Tần số vạch thứ ba trong dãy Laiman có giá trị là :

A. $30,5.10^{13}$Hz B. $20,25.10^{14}$Hz

C. $3,1.10^{14}$Hz D. $19,87.10^{14}$Hz.

Câu 8. Cho mạch điện như hình Đ.2. Đèn ghi (40V – 400W); điện áp giữa hai điểm AN : $u_{AN} = 120\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ (V). Cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L = \frac{1}{10\pi}$ (H), tụ điện $C = \frac{10^{-3}}{4\pi}$ (F). Biểu thức cường độ dòng điện là :



Hình Đ.2

A. $i = \frac{3}{\sqrt{2}}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A) B. $i = 3\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (A)

C. $i = \frac{3}{\sqrt{2}}\cos(100\pi t - 0,2\pi)$ (A) D. $i = 3\cos(100\pi t + 0,2\pi)$ (A).

Câu 9. Một lò xo có độ dài tự nhiên 20cm, đầu trên cố định, đầu dưới có treo một vật 120g. Độ cứng lò xo là 40 N/m. Từ vị trí cân bằng, kéo vật thẳng đứng, xuống dưới tới khi lò xo dài 26,5cm rồi buông nhẹ. Lấy $g = 10\ m/s^2$. Động năng của vật lúc lò xo dài 25cm là :

A. $26,5.10^{-2}$J B. 16.10^{-2}J C. $16,5.10^{-3}$J D. 132.10^{-3}J.

Câu 10. Một nguồn điểm S phát ra dao động truyền trên dây với tần số f = 50Hz, biên độ 10cm, tốc độ truyền sóng là 10 m/s. Dây được buộc cố định ở B cách S = 95cm. Khi xảy ra hiện tượng sóng dừng số nút sóng trên dây là (không kể nút ở B) :

A. 8 nút B. 9 nút C. 10 nút D. 13 nút.

Câu 11. Phát biểu nào sau đây về tính chất của sóng điện từ là ***không*** đúng ?

A. Sóng điện từ là sóng ngang.

B. Sóng điện từ mang năng lượng.

C. Sóng điện từ có thể phản xạ, khúc xạ, giao thoa.

D. Tốc độ sóng điện từ gần bằng tốc độ ánh sáng.

Câu 12. Năng lượng mà sóng âm truyền trong một đơn vị thời gian qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm gọi là :

A. Cường độ âm

B. Mức cường độ âm

C. Năng lượng âm

D. Độ to của âm.

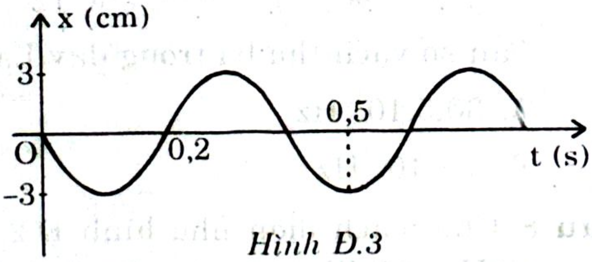
Câu 13. Phương trình dao động ứng với đồ thị như ở hình Đ.3 là :

A. $x = 3\cos(0{,}5\pi t - \pi)$ (cm)

B. $x = -3\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm)

C. $x = 3\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm)

D. $x = -3\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm).



Hình Đ.3

Câu 14. Khi chiếu chùm sáng đơn sắc từ không khí vào thủy tinh thì :

A. tần số tăng, bước sóng không đổi.

B. tần số giảm, bước sóng tăng.

C. tần số không đổi, bước sóng giảm.

D. tần số không đổi, bước sóng tăng.

Câu 15. Phát biểu nào sau đây là ***đúng*** ?

A. Hạt nhân nguyên tử được cấu tạo từ các prôtôn.

B. Hạt nhân nguyên tử được cấu tạo từ các nơtron.

C. Hạt nhân nguyên tử được cấu tạo từ các prôtôn và các nơtron.

D. Hạt nhân nguyên tử được cấu tạo từ các prôtôn, nơtron và êlectron.

Câu 16. Các đặc tính nào sau đây là đặc tính sinh lí của âm :

A. Độ cao, âm sắc, năng lượng.

B. Độ cao, âm sắc, biên độ.

C. Độ cao, âm sắc, độ to.

D. Độ cao, âm sắc, cường độ.

Câu 17. Quan sát sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi người ta thấy khoảng thời gian sóng truyền giữa hai thời điểm gần nhất mà dây duỗi thẳng là 0,2s, khoảng cách sóng truyền giữa hai chỗ luôn đứng yên liền nhau là 10cm. Tốc độ truyền sóng trên dây là :

A. 22 cm/s

B. 28 cm/s

C. 50 cm/s

D. 60 cm/s.

Câu 18. Gọi $T_đ$, T_v, T_t lần lượt là chu kì của ánh sáng đỏ, vàng, tím. So sánh nào sau đây là ***đúng*** ?

A. $T_đ < T_v < T_t$ B. $T_đ < T_t < T_v$ C. $T_đ > T_v > T_t$ D. $T_v < T_t < T_đ$.

Câu 19. Kết luận nào về bản chất của các tia phóng xạ dưới đây là ***không đúng*** ?

A. Tia α, β, γ đều có chung bản chất là sóng điện từ có bước sóng khác nhau.

B. Tia α là dòng các hạt nhân nguyên tử.

C. Tia β là dòng hạt mang điện tích.

D. Tia γ là sóng điện từ.

âu 20. Phát biểu nào sau đây là ***đúng*** ?

A. Đồng vị là các nguyên tử hạt nhân của chúng có số khối A bằng nhau.

B. Đồng vị là các nguyên tử hạt nhân của chúng có số prôtôn bằng nhau, số nơtron khác nhau.

C. Đồng vị là các nguyên tử hạt nhân của chúng có số nơtron bằng nhau, số prôtôn khác nhau.

D. Đồng vị là các nguyên tử hạt nhân của chúng có khối lượng bằng nhau.

âu 21. Linh kiện nào dưới đây hoạt động dựa vào hiện tượng quang dẫn ?

A. Tế bào quang điện B. Quang điện trở

C. Đèn LED D. Nhiệt điện trở.

âu 22. Ưu điểm nào sau đây không phải là của máy biến áp ?

A. Giúp biến đổi điện áp và cường độ dòng điện rất dễ dàng.

B. Hiệu suất cao.

C. Cấu tạo đơn giản.

D. Hoạt động được cả với dòng điện xoay chiều lẫn một chiều.

âu 23. Phát biểu nào sau đây là ***không*** đúng ?

A. Khi chiếu một chùm ánh sáng Mặt Trời đi qua một cặp hai môi trường trong suốt thì tia tím bị lệch về phía mặt phân cách hai môi trường ít hơn tia đỏ.

B. Chiết suất của chất làm lăng kính đối với các ánh sáng đơn sắc là khác nhau.

C. Ánh sáng đơn sắc không bị tán sắc khi đi qua lăng kính.

D. Khi chiếu một chùm ánh sáng Mặt Trời đi qua mặt phân cách hai môi trường trong suốt thì tia tím bị lệch về phía mặt phân cách hai môi trường nhiều hơn tia đỏ.

âu 24. Đồng vị $^{60}_{27}Co$ là chất phóng xạ β^- với chu kì bán rã T = 5,33 năm, ban đầu một lượng Co có khối lượng m_0. Sau một năm lượng Co trên bị phân rã bao nhiêu phần trăm ?

A. 12,2%　　B. 21,5%　　C. 35,2%　　D. 62,7%.

Câu 25. Tại một điểm A nằm cách nguồn âm N (nguồn điểm) một khoảng NA = 1m có mức cường độ âm L_A = 90dB. Mức cường độ âm đó tại điểm B cách N một khoảng NB = 10m là :

A. 7dB　　B. 7db　　C. 80dB　　D. 90dB.

Câu 26. Những yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ truyền của ánh sáng đơn sắc là :

A. Bản chất môi trường truyền; cường độ sáng.

B. Tần số; cường độ sáng.

C. Bản chất môi trường truyền; màu sắc ánh sáng.

D. Cường độ sáng; màu sắc ánh sáng; bản chất môi trường truyền.

Câu 27. Một sóng âm có tần số 450Hz lan truyền với tốc độ 360 m/s trong không khí. Độ lệch pha giữa hai điểm cách nhau 1m trên phương truyền sóng là :

A. 0,5π (rad)　　B. 1,5π (rad)　　C. 2,5π (rad)　　D. 3,5π (rad).

Câu 28. Kết luận nào sau đây là ***đúng*** khi nói về chiết suất của một môi trường ?

A. Chiết suất của môi trường như nhau đối với mọi ánh sáng đơn sắc.

B. Chiết suất của môi trường càng lớn đối với những ánh sáng có bướ sóng càng dài.

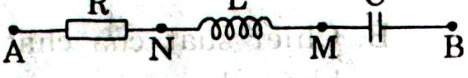
C. Chiết suất của môi trường càng lớn đối với những ánh sáng có bướ sóng càng ngắn.

D. Chiết suất của môi trường càng nhỏ đối với những ánh sáng có tần s càng lớn.

Câu 29. Cho một sóng ngang có phương trình sóng là $u = 4\cos 2\pi\left(t + \frac{x}{-5}\right)$ mm trong đó x tính bằng cm, t tính bằng giây. Tốc độ truyền sóng bằng :

A. 8π m/s　　B. −8 cm/s　　C. 5 cm/s　　D. −3 cm/s.

Câu 30. Cho mạch điện AB như hình Đ.4. Tần số f = 50 (Hz), cường độ hiệu dụng I = 2 (A), điện áp hiệu dụng hai đầu đoạn mạch AB là U_{AB} = 50 (V), điện áp hiệu dụng hai đầu đoạn mạch AM là $U_{AM} = 30\sqrt{5}$ (V), điện áp hiệu dụng hai đầu đoạn mạc NB là U_{NB} = 40 (V). Điện trở có giá trị là :



Hình Đ.4

A. $15\sqrt{2}$ (Ω)　　B. 15 (Ω)　　C. $\frac{30}{\sqrt{2}}$ (Ω)　　D. 30 (Ω).

Câu 31. Năng lượng các trạng thái dừng của nguyên tử hiđro tính theo côn thức $E_n = \frac{-13,6}{n^2}$, n = 1, 2, 3, ... Êlectron trong nguyên tử ở trạng thái kích thích n = 3. Nguyên tử có thể phát ra những bức xạ nào ?

A. 0,101μm; 0,656μm

B. 0,103μm; 0,120μm; 0,223μm

C. 0,121μm; 0,656μm; 0,741μm; 0,801μm

D. 0,103μm; 0,121μm; 0,656μm.

Câu 32. Trên một sợi dây đàn hồi căng ngang có sóng dừng tại điểm M là bụng sóng, tại điểm N là nút sóng. Biết trong khoảng MN có 3 bụng sóng và MN = 63cm, tần số sóng là 20Hz. Bước sóng và tốc độ sóng lần lượt có giá trị là :

A. λ = 3,26cm; v = 5,2 m/s B. λ = 38cm; v = 6,2 cm/s

C. λ = 16cm; v = 72 m/s D. λ = 36cm; v = 7,2 m/s.

Câu 33. Một ống Rơnghen phát ra bức xạ có bước sóng ngắn nhất là 6.10^{-11}m. Hiệu điện thế giữa hai cực của ống có giá trị là :

A. 21kV B. 2,1kV C. 33kV D. 3,3kV.

Câu 34. Một vật dao động điều hòa theo phương trình $x = 6\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$(cm).

Trong khoảng 10s kể từ thời điểm t = 0, vật có bao nhiêu lần đi qua li độ x = 3cm theo chiều âm của trục tọa độ ?

A. 20 lần B. 21 lần C. 19 lần D. 10 lần.

Câu 35. Theo quan điểm của thuyết lượng tử, phát biểu nào sau đây là ***không*** đúng ?

A. Chùm ánh sáng là một dòng hạt, mỗi hạt là một phôtôn mang năng lượng.

B. Cường độ chùm ánh sáng tỉ lệ thuận với số phôtôn trong chùm.

C. Khi ánh sáng truyền đi năng lượng phôtôn ánh sáng không đổi, phụ thuộc khoảng cách đến nguồn sáng.

D. Các phôtôn có năng lượng bằng nhau vì chúng lan truyền với vận tốc bằng nhau.

Câu 36. Một tấm kim loại cô lập được chiếu sáng bằng ánh sáng có tần số xác định f. Đại lượng nào sau đây xác định xem có êlectron bứt ra hay không ?

A. Cường độ ánh sáng chiếu vào B. Thời gian chiếu sáng

C. Độ dẫn điện của tấm kim loại D. Bản chất của tấm kim loại.

Câu 37. Cho mạch điện xoay chiều có R, C mắc nối tiếp. Biết khi chỉ có điện trở R thì i = cos100πt (A), khi chỉ có tụ điện C thì $i = \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$(A). Khi có cả R, C thì cường độ dòng điện trong mạch có biểu thức :

A. $i = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(A)$ B. $i = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(A)$

C. $i = \frac{1}{\sqrt{2}}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(A)$ D. $i = \frac{1}{\sqrt{2}}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(A)$.

Câu 38. Một con lắc dao động tắt dần. Cứ sau mỗi chu kì biên độ giảm 2% Phần năng lượng con lắc mất đi trong một dao động toàn phần là :

A. 4%   B. 2%   C. 6%   D. 5%.

Câu 39. Khi có sóng dừng trên dây thì nhận xét nào sau đây là *sai* ?

A. Vật cản cố định thì tại đó sóng tới và sóng phản xạ ngược pha nhau.

B. Khoảng cách giữa hai nút sóng liên tiếp là $\frac{\lambda}{2}$.

C. Các điểm trên dây chỉ có thể đứng yên hoặc dao động với biên độ 2 (a là biên độ sóng thành phần).

D. Các phần tử nằm trong khoảng giữa hai nút sóng cạnh nhau luôn da động cùng pha với nhau.

Câu 40. Giới hạn quang điện của natri là 0,50μm. Chiếu vào natri tia tử ngoạ có bước sóng 0,2μm. Tốc độ ban đầu (cực đại) của êlectron quang điện là :

A. $8,15.10^5$ m/s   B. $9,34.10^5$ m/s   C. $6,2.10^5$ m/s   D. $7,4.10^5$ m/s.

II. PHẦN RIÊNG *(10 CÂU)*

Thí sinh chỉ được làm một trong hai phần (phần A hoặc phần B).

A. THEO CHƯƠNG TRÌNH CHUẨN (10 câu, từ câu 41 đến câu 50).

Câu 41. Mạch dao động điện từ gồm cuộn cảm thuần L và tụ điện C. Khi tăn điện dung của tụ điện lên 4 lần thì chu kì dao động của mạch :

A. tăng lên 4 lần   B. tăng lên 2 lần

C. giảm đi 4 lần   D. giảm đi 2 lần.

Câu 42. Trong hiện tượng quang phát quang, khi nguyên tử hấp thụ một phôtô nó sẽ :

A. phát ra một phôtôn có bước sóng ngắn hơn bước sóng của phôtôn b hấp thụ.

B. phát ra một phôtôn có bước sóng bằng bước sóng của phôtôn bị hấ thụ.

C. phát ra một phôtôn có bước sóng dài hơn bước sóng của phôtôn bị hấ thụ.

D. phát ra một phôtôn có tần số lớn hơn tần số của phôtôn bị hấp thụ.

Câu 43. Tia laze không có đặc điểm nào dưới đây ?

A. Là tập hợp của nhiều ánh sáng đơn sắc.

B. Có độ định hướng cao.

C. Có cường độ lớn.

D. Là chùm ánh sáng kết hợp.

Câu 44. Chọn câu trả lời **sai** :

Phản ứng hạt nhân tuân theo :

A. định luật bảo toàn điện tích. B. định luật bảo toàn năng lượng.

C. định luật bảo toàn động lượng. D. định luật bảo toàn khối lượng.

Câu 45. Điều kiện phát sinh của quang phổ vạch phát xạ là :

A. Vật bị nung nóng ở nhiệt độ trên 2000°C.

B. Vật rắn, lỏng hay khí có khối lượng riêng lớn khi bị nung nóng phá ra.

C. Chiếu ánh sáng trắng qua một chất hơi bị nung nóng phát ra.

D. Chất khí hay hơi ở áp suất thấp bị kích thích phát sáng phát ra.

Câu 46. Chất phóng xạ $^{210}_{84}$Po phát ra tia α và biến đổi thành $^{206}_{82}$Pb. Biết khô lượng các hạt là m_{Pb} = 205,9744u; m_{Po} = 209,2828u; m_{α} = 4,0026u. Năn lượng tỏa ra khi 10g Po phân rã hết là :

A. $3,213.10^{10}$J B. $2,726.10^{10}$J C. $1,9.10^{10}$J D. $2,25.10^{10}$J.

Câu 47. Một lăng kính có góc chiết quang A = 6°, chiết suất của lăng kính đố với tia đỏ là n_d = 1,6444 và đối với tia tím là n_t = 1,6852. Chiếu tia sán trắng tới mặt bên của lăng kính dưới góc tới nhỏ. Góc lệch giữa tia l màu đỏ và tia ló màu tím là :

A. 0,001 rad B. 0,0043 rad C. 0,0152 rad D. 0,0025 rad.

Câu 48. Chọn câu ***sai*** :

A. Tất cả các hađrôn đều có cấu tạo từ các hạt quac.

B. Các hạt quac có thể tồn tại ở trạng thái tự do.

C. Có 6 loại hạt quac là u, d, s, c, b, t.

D. Điện tích của các hạt quac và phản quac bằng $\pm\frac{e}{3}, \pm\frac{2e}{3}$.

Câu 49. Siêu âm là âm có :

A. cường độ âm rất lớn. B. cường độ âm rất nhỏ.

C. mức cường độ âm rất lớn. D. tần số lớn hơn 20kHz.

Câu 50. Đường kính của hệ Mặt Trời cỡ khoảng :

A. 30 đơn vị thiên văn. B. 60 đơn vị thiên văn.

C. 130 đơn vị thiên văn. D. 70 đơn vị thiên văn.

B. THEO CHƯƠNG TRÌNH NÂNG CAO (10 câu, từ câu 51 đến câu 60)

Câu 51. Một nguồn âm đang di chuyển về phía vách đá với tốc độ 10 m/s phát ra âm có tần số 1000Hz. Một người đang đứng trước vách đá sẽ nghe thấy âm sau khi phản xạ từ vách đá có tần số là :

A. 1023Hz B. 971Hz C. 943Hz D. 1020Hz.

Câu 52. Có ba con lắc gồm : con lắc đơn; con lắc vật lí và con lắc lò xo. Hỏi khi làm thay đổi khối lượng của chúng thì chu kì dao động điều hòa của con lắc nào thay đổi ?

A. Con lắc đơn, con lắc lò xo. B. Con lắc vật lí, con lắc đơn.

C. Con lắc lò xo, con lắc vật lí. D. Cả ba con lắc.

Câu 53. Phát biểu nào sau đây ***sai*** khi nói về momen quán tính của một vật rắn đối với một trục quay xác định ?

A. Momen quán tính của một vật rắn đặc trưng cho mức quán tính của vật trong chuyển động quay.

B. Momen quán tính của một vật rắn phụ thuộc hình dáng của vật rắn.

C. Momen quán tính của một vật rắn có thể dương, có thể âm tùy thuộc vào chiều quay của vật.

D. Momen quán tính của một vật rắn phụ thuộc vào vị trí trục quay.

Câu 54. Khi cho ánh sáng lần lượt đi qua kính lọc sắc màu xanh, rồi kính lọc sắc màu đỏ (xếp khít với kính lọc sắc màu xanh) thì người quan sát sẽ nhìn thấy :

A. Màu xanh B. Màu đỏ C. Màu đen D. Màu trắng.

Câu 55. Một bánh xe quay đều xung quanh một trục cố định với tần số 20Hz. Trong 2s bánh xe quay được một góc bằng :

A. 90π rad B. 35π rad C. 140π rad D. 80π rad.

Câu 56. Hiệu ứng Đốp-ple là hiện tượng :

A. giao thoa của các sóng âm.

B. thay đổi tốc độ lan truyền của sóng âm khi máy thu hoặc nguồn âm chuyển động, hoặc cả hai chuyển động tương đối so với nhau.

C. thay đổi tần số dao động của nguồn âm khi máy thu hoặc nguồn âm chuyển động, hoặc cả hai chuyển động tương đối so với nhau.

D. thay đổi tần số của âm do máy thu được khi máy thu hoặc nguồn âm chuyển động, hoặc cả hai chuyển động tương đối so với nhau.

Câu 57. Một bánh xe có đường kính 50cm quay nhanh dần đều, trong 4s tốc độ góc tăng từ 120 vòng/phút lên 360 vòng/phút. Gia tốc hướng tâm của điểm N ở vành bánh xe sau khi tăng tốc được 2s là :

A. 157,8 m/s^2 B. 122,7 cm/s^2 C. 13,6 m/s^2 D. 96,2 cm/s^2.

Câu 58. Một ròng rọc có bán kính 10cm và momen quán tính đối với trục quay là $I = 2.10^{-2}$ kg.m^2. Ban đầu ròng rọc đang đứng yên, tác dụng vào ròng rọc một lực không đổi F = 2N tiếp tuyến với vành ngoài của nó. Tốc độ góc của ròng rọc ở thời điểm 6s bằng :

A. 60 rad/s B. 10 rad/s C. 4 rad/s D. 6 rad/s.

Câu 59. Một đĩa tròn đồng chất có đường kính 80cm, khối lượng 3kg đang quay đều với tốc độ góc 10 rad/s quanh một trục thẳng đứng đi qua tâm đĩa. Động năng của đĩa là :

A. 8J B. 40J C. 12J D. 6,3J.

Câu 60. Theo tiên đề Anhxtanh, trong các hệ quy chiếu :

A. bất kì, các định luật cơ học có cùng dạng như nhau.

B. quán tính, các định luật cơ học có cùng dạng như nhau.

C. quán tính, các định luật vật lí có cùng dạng như nhau.

D. bất kì, các định luật vật lí có cùng dạng như nhau.

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

Câu 1. A. $Z = 50\frac{\sqrt{5}}{1} = 50\sqrt{5}\,(\Omega)$

Từ $Z^2 = r^2 + \omega^2(L_1 + L_2)^2 \quad \Rightarrow \quad (L_1 + L_2) = \frac{Z^2 - r^2}{\omega^2}$

Thay số vào ta được $L_1 = \frac{0,5}{\pi}$H.

Câu 2. B.

Câu 3. B. Cơ năng của con lắc bằng thế năng của nó tại li độ cực đại. Do đó, nếu chọn gốc thế năng tại vị trí cân bằng ta có :

$$W = mgh_{max} = mgl(1 - \cos\alpha_0) = 0,061J$$

Mặt khác, cơ năng của con lắc bằng động năng của nó tại vị trí cân bằng

$$W = \frac{1}{2}mv^2 \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2W}{m}} = 0,78 \text{ m/s}.$$

Câu 4. D. $m = m_0e^{-\lambda t}$

Sau 80 năm $\frac{m}{m_0} = e^{-\lambda t} = 0,0625 = 6,25\%$.

Câu 5. B. Ta có : $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{L}.\frac{1}{C}}$ Thay số ta có được f = 29,85MHz.

Câu 6. B. $\omega = 2\pi f = 100\pi$ (rad/s)

Lúc t = 0 thì vectơ pháp tuyến của khung vuông góc với cảm ứng từ $\vec{B}$ nên $\varphi = \frac{\pi}{2}$.

Biểu thức của từ thông $\Phi = NBS\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} = NBS100\pi\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = 15{,}7\pi\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(\text{V}).$$

Câu 7. C. Ta có :

$$\left.\begin{aligned} E_4 - E_2 &= \frac{hc}{\lambda_{42}} \\ E_2 - E_1 &= \frac{hc}{\lambda_{21}} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \quad E_4 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{41}} = \frac{hc}{\lambda_{42}} + \frac{hc}{\lambda_{21}}.$$

$$\Rightarrow \quad \lambda_{41} = \frac{\lambda_{21}\lambda_{42}}{\lambda_{21} + \lambda_{42}} = 0{,}0968\ \mu\text{m}$$

$$\Rightarrow \quad f_{41} = \frac{c}{\lambda_{41}} = \frac{1.10^8}{0{,}968.10^{-6}} \approx 3{,}1.10^{14}\ \text{Hz}.$$

Câu 8. B. Điện trở của đèn : $R_Đ = \frac{P^2_{dm}}{U_{dm}} = 40\Omega$

$$Z^2_{AN} = R^2_D + \frac{1}{\omega C^2} = (2.40)^2 \qquad \Rightarrow \qquad Z_{AN} = 40\sqrt{2}\ (\Omega)$$

$$I = \frac{U_{AN}}{Z_{AN}} = \frac{3}{\sqrt{2}}(\text{A})$$

Độ lệch pha giữa i và u ở hai đầu đoạn mạch AN :

$$\tan\phi = \frac{Z_C}{R_D} = 1 \qquad \Rightarrow \qquad \phi = \frac{\pi}{4}$$ ⇒ i sớm pha hơn u một góc $\frac{\pi}{4}$.

Biểu thức cường độ dòng điện là : $i = 3\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(\text{A})$.

Câu 9. C. $\Delta l_0 = \frac{mg}{k} = 3\text{cm}$

$$A = l - l_0 - \Delta l_0 = 26{,}5 - 20 - 3 = 3{,}5\text{cm}$$

Ở vị trí lò xo dài 25cm thì $x = 25 - 20 - 3 = 2\text{cm}$

$$W_đ = W - W_t = \frac{1}{2}kA^2 - \frac{1}{2}kx^2 = 16{,}5.10^{-3}\text{J}.$$

Câu 10. B. Bước sóng : $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{10}{50} = 0,2\,(m) = 20\,(cm)$

Tại B là một nút, các điểm nút thỏa mãn điều kiện cách B : $k\frac{\lambda}{2}$.

$$k\frac{\lambda}{2} \leq 95 \quad \Rightarrow \quad k \leq \frac{95.2}{\lambda} = 9,5$$

⇒ Nếu không kể nút ở B thì tất cả có 9 nút.

Câu 11. D. Ánh sáng có bản chất là sóng điện từ.

Câu 12. A.

Câu 13. C. Đỉnh của đồ thị ở ngang vạch 3cm nên biên độ của dao động A = 6cn

Từ thời điểm t = 0,2s đến t = 0,5s, vật thực hiện được $\frac{3}{4}$ chu kì nên

$$T = 0,4s \quad \Rightarrow \quad \omega = 5\pi\ (rad/s).$$

Tại thời điểm ban đầu, vật ở vị trí cân bằng nên x = 0 và li độ của vậ

đang giảm nên v < 0 $\Rightarrow \ \varphi = \frac{\pi}{2}(rad)$.

Câu 14. C. Khi chiếu chùm sáng đơn sắc từ không khí vào thủy tinh thì chu l sóng ánh sáng không đổi nhưng tốc độ ánh sáng giảm đi nên bước són giảm.

Câu 15. C.

Câu 16. C.

Câu 17. C. Khoảng thời gian giữa hai thời điểm gần nhất mà dây duỗi thẳn

là 0,2s $\Rightarrow \quad \frac{T}{2} = 0,2 \quad \Rightarrow \quad T = 0,4s$

$$\frac{\lambda}{2} = 10 \quad \Rightarrow \quad \lambda = 20cm$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = 50\ cm/s.$$

Câu 18. C.

Câu 19. A. – Tia α là dòng các hạt nguyên tử ^4_2He.

– Tia β^- là dòng êlectron, tia β^+ là dòng pôzitron.

– Tia γ là sóng điện từ.

Như vậy, tia α, β, γ không chung bản chất là sóng điện từ.

Câu 20. B. Đồng vị là các nguyên tử mà hạt nhân của chúng có cùng số prôton nhưng khác nhau số nơtron.

Câu 21. B. **Câu 22.** D.

âu 23. D. Áp dụng định luật khúc xạ ánh sáng $n_1\sin i = n_2\sin r$, với $n_đ < n_t$ suy ra $r_đ > r_t$. Khi chiếu một chùm ánh sáng Mặt Trời đi qua mặt phân cách hai môi trường trong suốt thì tia tím bị lệch về phía mặt phân cách hai môi trường ít hơn tia đỏ.

âu 24. A. Khối lượng Co còn lại sau 1 năm là $m = \dfrac{m_O}{2^{\frac{t}{T}}}$, khối lượng Co bị phân rã trong thời gian đó là $m_O - m \Rightarrow$ Số phần trăm chất phóng xạ bị phân rã trong 1 năm là $\dfrac{m_O - m}{m_O} = 12{,}2\%$.

âu 25. A. Với nguồn âm là đẳng hướng, cường độ âm tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách :

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{NB^2}{NA^2} \quad \Rightarrow \quad \lg\frac{\frac{I_A}{I_0}}{\frac{I_B}{I_0}} = \lg\frac{NB^2}{NA^2} = \lg 100 = 2$$

$$\Rightarrow \quad L_A - L_B = 2 \quad \Rightarrow \quad L_B = 7B.$$

Câu 26. C.

Câu 27. C. Độ lệch pha giữa hai điểm trên cùng một phương truyền sóng được tính theo công thức : $\Delta\varphi = \dfrac{2\pi d}{\lambda} = \dfrac{2\pi fd}{v} = 2{,}5\pi\,(\text{rad})$.

Câu 28. C.

Câu 29. C. So sánh phương trình sóng $u = A\cos 2\pi\left(\dfrac{t}{T} - \dfrac{x}{\lambda}\right)$

với phương trình $u = 4\sin 2\pi\left(t + \dfrac{x}{-5}\right)(\text{mm}) = 4\sin 2\pi\left(t - \dfrac{x}{5}\right)(\text{mm})$

Ta suy ra bước sóng $\lambda = 5\text{cm}$, chu kì sóng là $T = 1\text{s} \Rightarrow$ tốc độ truyền sóng là $v = 5$ cm/s.

Câu 30. B.

$$U_{NB} = U_L - U_C = 40$$

$$U_{AB}^2 = U_R^2 + (U_L - U_C^2)$$

$$\Rightarrow \quad U_R^2 = U_{AB}^2 - (U_L - U_C^2) = 50^2 - 40^2 = 30^2$$

$$\Rightarrow \quad U_R = 30V \quad \Rightarrow \quad R = \frac{30}{2} = 15\,\Omega.$$

Câu 31. D. Nguyên tử có khả năng phát ra 3 bức xạ khi êlectron chuyển từ quỹ đạo n = 3 về n = 1; n = 3 về n = 2 và sau đó là n = 2 về n = 1.

Áp dụng : $E_3 - E_1 = \dfrac{hc}{\lambda_{31}}$; $E_3 - E_2 = \dfrac{hc}{\lambda_{32}}$; $E_2 - E_1 = \dfrac{hc}{\lambda_{21}}$.

Thay các giá trị năng lượng và tính toán ta có :

$$\lambda_{31} = 0{,}103\mu m; \quad \lambda_{32} = 0{,}656\mu m; \quad \lambda_{21} = 0{,}121\mu m.$$

Câu 32. D. $MN = (2k+1)\frac{\lambda}{4} = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}$

Thay k = 3 và MN = 63cm $\Rightarrow$ $\lambda = 36cm$

$$v = \lambda f = 720\ cm/s = 7{,}2\ m/s.$$

Câu 33. A. $eU = \frac{hc}{\lambda_{min}}$

$$\Rightarrow \quad U = \frac{6{,}625.10^{-34}.3.10^{8}}{1{,}6.10^{-19}.6.10^{11}} = 2{,}1.10^{4}\,V = 21kV.$$

Câu 34. D. $x = 6\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = 3 \Rightarrow \begin{cases} t = -\frac{5}{12} + k\,(s) \\ t = -\frac{1}{12} + k\,(s) \end{cases}$ với k = 1; 2; 3...

Những thời điểm vật đi qua li độ x = 3cm theo chiều âm trục tọa độ ứng với : $v = -12\pi\sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right) < 0 \quad \Rightarrow \quad \sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right) > 0$

Do đó lấy họ nghiệm $t = -\frac{1}{12} + k\,(s)$ với k = 1; 2; ... là những thời điểm vật đi qua li độ x = 3 theo chiều âm của trục tọa độ.

Giải bất phương trình $t \leq 10s$ ta tìm được có 10 lần.

Câu 35. D. **Câu 36.** D.

Câu 37. C. Vì cùng một giá trị U mà khi có R hoặc C ta có giá trị $I_0 = 1A$ (không đổi) suy ra $R = Z_C$

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{R^2 + (0 - Z_C)^2} = R\sqrt{2} \quad (1)$$

Khi chỉ có R thì : $I_0 = \frac{U_0}{R} = 1 \quad \Rightarrow \quad U_0 = R$ (2)

Khi có cả R, C thì : $I_0 = \frac{U_0}{Z}$ (3)

Thay (1), (2) vào (3) ta có : $I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{R}{R\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}(A)$

Nếu có cả R và C thì $\tan\varphi_{u/i} = \frac{Z_L - Z_C}{R} = -1 \Rightarrow \varphi_{u/i} = -\frac{\pi}{4} \Rightarrow \varphi_{i/u} = \frac{\pi}{4}$

Do đó biểu thức cường độ dòng điện trong mạch là :

$$i = \frac{1}{\sqrt{2}}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(A).$$

âu 38. A. $W = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 = 0{,}98^2 = 0{,}96 = 96\%$

$\Rightarrow$ Cơ năng mất 4%.

âu 39. C. **Câu 40.** B.

âu 41. B. Chu kì dao động của mạch dao động LC là $T = 2\pi\sqrt{LC}$. Khi C tăng 4 lần thì T tăng 2 lần.

âu 42. C. **Câu 43.** A. **Câu 44.** D. **Câu 45.** D.

âu 46. B. Phương trình phân rã ${}^{210}_{84}Po \Rightarrow \alpha + {}^{206}_{82}Pb$. Mỗi phân rã tỏa ra một năng lượng $\Delta E = (m_{Po} - m_{\alpha} - m_{Pb})c^2 = 5{,}4MeV$

Số hạt Po có trong 10g là :

$$N = \frac{m_0 N_A}{A} = \frac{10.6{,}625.10^{23}}{210} = 0{,}3155.10^{23} \text{ hạt.}$$

Năng lượng tỏa ra khi 10g Po phân rã hết là :

$$E = N.\Delta E = 2{,}726.10^{10}J.$$

âu 47. B. Vì góc tới và góc chiết quang nhỏ nên góc lệch được tính bằng công thức : $D_đ = (n_đ - 1)A$; $D_t = (n_t - 1)A$

Góc lệch giữa tia đỏ và tím : $\alpha = D_t - D_đ = (n_t - n_đ)A = 0{,}0043$ rad.

âu 48. B. **Câu 49.** D. **Câu 50.** B.

âu 51. D. $f' = \frac{v}{v - v_s}f = \frac{340}{340 - 10}1000 = 1030Hz.$

âu 52. C.

âu 53. C. Momen quán tính của một vật rắn là đại lượng luôn luôn dương.

âu 54. C. Kính đỏ chỉ cho màu đỏ đi qua; kính xanh chỉ cho màu xanh đi qua. Nên ghép hai kính sát nhau thì ánh sáng trắng bị hấp thụ hoàn toàn. Do vậy, sẽ thấy màu đen.

âu 55. D. $\omega = 2\pi f = 2\pi.20 = 40\pi$ rad/s

$\varphi = \omega t = 40\pi.2 = 80\pi$ rad.

âu 56. D. **Câu 57.** A.

âu 58. A. $\gamma = \frac{M}{I} = \frac{FR}{I} = 10\,rad/s^2$

$\omega = \omega_0 + \gamma t = 10.6 = 60$ rad/s.

âu 59. C. $I = \frac{1}{2}mR^2 = 24.10^{-2}\,kg.m^2$

$W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = 12J.$

âu 60. C.

ĐỀ 2

. PHẦN CHUNG CHO TẤT CẢ THÍ SINH *(40 CÂU)*

Câu 1. Đặt điện áp $u = U_0\cos\omega t$ vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R, tụ điện và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L thay đổi được. Biết dung kháng của tụ điện bằng $R\sqrt{3}$. Điều chỉnh L để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm đạt cực đại, khi đó :

A. Điện áp giữa hai đầu tụ điện lệch pha $\frac{\pi}{6}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.

B. Điện áp giữa hai đầu cuộn cảm lệch pha $\frac{\pi}{6}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.

C. Trong mạch có cộng hưởng điện.

D. Điện áp giữa hai đầu điện trở lệch pha $\frac{\pi}{6}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.

Câu 2. Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 0,5mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là 2m. Nguồn sáng dùng trong thí nghiệm gồm hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 450$nm và $\lambda_2 = 600$nm. Trên màn quan sát, gọi M, N là hai điểm ở cùng một phía so với vân trung tâm và cách vân trung tâm lần lượt là 5,5mm và 22mm. Trên đoạn MN, số vị trí vân sáng của hai bức xạ trùng nhau là :

A. 4　　B. 5　　C. 2　　D. 3.

Câu 3. Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0\cos\omega t$ có U_0 không đổi và ω thay đổi được vào hai đầu đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp. Thay đổi ω, thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch khi $\omega = \omega_1$ bằng cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch khi $\omega = \omega_2$. Hệ thức đúng là :

A. $\omega_1\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$　　B. $\omega_1 + \omega_2 = \frac{2}{LC}$

C. $\omega_1\omega_2 = \frac{1}{LC}$　　D. $\omega_1 + \omega_2 = \frac{2}{\sqrt{LC}}$.

Câu 4. Trên một sợi dây đàn hồi dài 1,8m, hai đầu cố định, đang có sóng dừng với 6 bụng sóng. Biết sóng truyền trên dây có tần số 100Hz. Tốc độ truyền sóng trên dây là :

A. 20 m/s　　V. 600 m/s　　C. 60 m/s　　D. 10 m/s.

Câu 5. Chiếu xiên một chùm sáng hẹp gồm hai ánh sáng đơn sắc là vàng và lam từ không khí tới mặt nước thì :

A. chùm sáng bị phản xạ toàn phần.

B. so với phương tia tới, tia khúc xạ vàng bị lệch hơn tia khúc xạ lam.

C. so với phương tia tới, tia khúc xạ lam bị lệch hơn tia khúc xạ vàng.

D. tia khúc xạ chỉ là ánh sáng vàng, còn tia sáng lam bị phản xạ toàn phần.

Câu 6. Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm :

A. gần nhau nhất mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.

B. trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.

C. trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó ngược pha.

D. gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.

Câu 7. Giả sử hai hạt nhân X và Y có độ hụt khối bằng nhau và số nuclôn của hạt nhân X lớn hơn số nuclôn của hạt nhân Y thì :

A. hạt nhân X bền vững hơn hạt nhân Y.

B. năng lượng liên kết của hạt nhân X lớn hơn năng lượng liên kết của hạt nhân Y.

C. năng lượng liên kết riêng của hai hạt nhân bằng nhau.

D. hạt nhân Y bền vững hơn hạt nhân X.

Câu 8. Cho phản ứng hạt nhân : ${}_1^3T + {}_1^2D \longrightarrow {}_2^4He + X$. Cho biết độ hụt khối của hạt nhân T, hạt nhân D, hạt nhân He lần lượt là 0,009106u; 0,002491u; 0,030382u và lấy 1u = 931,5 MeV/c^2. Năng lượng tỏa ra của phản ứng xấp xỉ bằng :

A. 21,076 MeV B. 200,03 MeV

C. 17,498 MeV D. 15,017 MeV.

Câu 9. Khi nói về thuyết lượng tử ánh sáng, phát biểu nào sau đây là đúng ?

A. Ánh sáng được tạo bởi các hạt gọi là phôtôn.

B. Năng lượng phôtôn càng nhỏ khi cường độ chùm sáng càng nhỏ.

C. Phôtôn có thể chuyển động hay đứng yên tùy thuộc vào nguồn sáng chuyển động hay đứng yên.

D. Năng lượng của phôtôn càng lớn khi tần số của ánh sáng ứng với phôtôn đó càng nhỏ.

Câu 10. Khi nói về dao động cưỡng bức, phát biểu nào sau đây là đúng ?

A. Dao động cưỡng bức có biên độ không đổi và có tần số bằng tần số của lực cưỡng bức.

B. Dao động của con lắc đồng hồ là dao động cưỡng bức.

C. Dao động cưỡng bức có tần số nhỏ hơn tần số của lực cưỡng bức.

D. Biên độ của dao động cưỡng bức là biên độ của lực cưỡng bức.

Câu 11. Khi nói về dao động điện từ trong mạch dao động LC lí tưởng, phát biểu nào sau đây ***sai*** ?

A. Năng lượng từ trường và năng lượng điện trường của mạch luôn cùng tăng hoặc luôn cùng giảm.

B. Năng lượng điện từ của mạch gồm năng lượng từ trường và năng lượng điện trường.

C. Cường độ dòng điện qua cuộn cảm và hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện biến thiên điều hòa theo thời gian với cùng tần số.

D. Điện tích của một bản tụ điện và cường độ dòng điện trong mạch biến thiên điều hòa theo thời gian và lệch pha nhau $\frac{\pi}{2}$.

Câu 12. Một sóng âm truyền trong không khí. Mức cường độ âm tại điểm M và tại điểm N lần lượt là 40dB và 80dB. Cường độ âm tại N lớn hơn cường độ âm tại M :

A. 10000 lần B. 100 lần C. 40 lần D. 2 lần.

Câu 13. Trong chân không, các bức xạ được sắp xếp theo thứ tự bước sóng giảm dần là :

A. tia hồng ngoại, ánh sáng tím, tia tử ngoại, tia Rơn-ghen.

B. tia Rơn-ghen, tia tử ngoại, ánh sáng tím, tia hồng ngoại.

C. tia hồng ngoại, ánh sáng tím, tia Rơn-ghen, tia tử ngoại.

D. ánh sáng tím, tia hồng ngoại, tia tử ngoại, tia Rơn-ghen.

âu 14. Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở R mắc nối tiếp với tụ điện. Dung kháng của tụ điện là 100Ω. Khi điều chỉnh R thì tại hai giá trị R_1 và R_2 công suất tiêu thụ của đoạn mạch như nhau. Biết điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện khi $R = R_1$ bằng hai lần điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện khi $R = R_2$. Các giá trị R_1 và R_2 là :

A. $R_1 = 50\Omega$; $R_2 = 100\Omega$ B. $R_1 = 40\Omega$; $R_2 = 250\Omega$

C. $R_1 = 50\Omega$; $R_2 = 200\Omega$ D. $R_1 = 25\Omega$; $R_2 = 100\Omega$.

âu 15. Một con lắc lò xo có khối lượng vật nhỏ là 50g. Con lắc dao động điều hòa theo một trục cố định nằm ngang với phương trình $x = A\cos\omega t$. Cứ sau những khoảng thời gian 0,05s thì động năng và thế năng của vật lại bằng nhau. Lấy $\pi^2 = 10$. Lò xo của con lắc có độ cứng bằng :

A. 25 N/m B. 200 N/m C. 100 N/m D. 59 N/m.

âu 16. Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng từ 0,38μm đến 0,76μm. Tại vị trí vân sáng 4 của ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,76μm còn có bao nhiêu vân sáng nữa của các ánh sáng đơn sắc khác ?

A. 8 B. 7 C. 4 D. 3.

Câu 17. Pin quang điện là nguồn điện, trong đó :

A. hóa năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.

B. quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.

C. nhiệt năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.

D. cơ năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.

Câu 18. Một mạch dao động điện từ LC lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm 5μH và tụ điện có điện dung 5μF. Trong mạch có dao động điện từ tự do. Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp mà điện tích trên một bản tụ điện có độ lớn cực đại là :

A. $2,5\pi.10^{-6}$s B. $10\pi.10^{-6}$s C. $6\pi.10^{-6}$s D. 10^{-6}s.

Câu 19. Máy biến áp là thiết bị :

A. biến đổi tần số của dòng điện xoay chiều.

B. có khả năng biến đổi điện áp của điện xoay chiều.

C. biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều.

D. làm tăng công suất của dòng điện xoay chiều.

Câu 20. Một con lắc lò xo dao động điều hòa. Biết lò xo có độ cứng 36 N/m và vật nhỏ có khối lượng 100g. Lấy $\pi^2 = 10$. Động năng của con lắc biến thiên theo thời gian với tần số :

A. 3Hz B. 6Hz C. 1Hz D. 12Hz.

Câu 21. Quang phổ liên tục

A. phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn phát mà không phụ thuộc vào bản chất của nguồn phát.

B. không phụ thuộc vào bản chất và nhiệt độ của nguồn phát.

C. phụ thuộc vào bản chất và nhiệt độ của nguồn phát.

D. phụ thuộc vào bản chất của nguồn phát mà không phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn phát.

Câu 22. Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 120V, tần số 50Hz vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần 30Ω, cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{0,4}{\pi}$(H) và tụ điện có điện dung thay đổi được. Điều chỉnh điện dung của tụ điện thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm đạt giá trị cực đại bằng :

A. 250V B. 100V C. 200V D. 150V.

Câu 23. Đặt một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng U vào hai đầu đoạn mạch AB gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L, điện trở thuần R và tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp theo thứ tự trên. Gọi U_L, U_R và U_C lần lượt là các điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mỗi phần tử. Biết điện áp giữa hai đầu đoạn mạch AB lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch NB (đoạn mạch NB gồm R và C). Hệ thức nào dưới đây là đúng ?

A. $U_L^2 = U_R^2 + U_C^2 + U^2$ B. $U^2 = U_R^2 + U_C^2 + R_L^2$

C. $U_R^2 = U_C^2 + U_L^2 + U^2$ D. $U_C^2 = U_R^2 + U_L^2 + U^2$.

Câu 24. Công thoát êlectron của một kim loại là $7{,}64.10^{-19}$J. Chiếu lần lượt vào bề mặt tấm kim loại này các bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0{,}18\mu m$; $\lambda_2 = 0{,}12\mu m$ và $\lambda_3 = 0{,}35\mu m$. Lấy $h = 6{,}625.10^{-34}$J.s; $c = 3.10^8$ m/s. Bức xạ nào gây được hiện tượng quang điện đối với kim loại đó ?

A. Cả ba bức xạ (λ_1, λ_2, λ_3).

B. Không có bức xạ nào trong ba bức xạ trên.

C. Hai bức xạ λ_1 và λ_2.

D. Chỉ có bức xạ λ_1.

Câu 25. Trong mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do, điện tích của một bản tụ điện và cường độ dòng điện qua cuộn cảm biến thiên điều hòa theo thời gian

A. với cùng biên độ. B. với cùng tần số.

C. luôn cùng pha nhau. D. luôn ngược pha nhau.

Câu 26. Nguyên tử hiđro đang ở trạng thái cơ bản có mức năng lượng bằng −13,6eV. Để chuyển lên trạng thái dừng có mức năng lượng −3,4eV thì nguyên tử hiđro phải hấp thụ một phôtôn có năng lượng :

A. 17eV B. 10,2eV C. 4eV D. −10,2eV.

Câu 27. Đặt điện áp xoay chiều vào hai đầu đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp. Biết $R = 10\Omega$, cuộn cảm thuần có $L = \frac{1}{10\pi}$(H), tụ điện có $C = \frac{10^{-3}}{2\pi}$(F) và điện áp giữa hai đầu cuộn cảm thuần là $u_L = 20\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$(V).

Biểu thức điện áp giữa hai đầu đoạn mạch là :

A. $u = 40\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$(V) B. $u = 40\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$(V)

C. $u = 40\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$(V) D. $u = 40\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$(V).

Câu 28. Phát biểu nào sau đây là ***sai*** khi nói về sóng điện từ ?

A. Khi sóng điện từ lan truyền, vectơ cường độ điện trường luôn cùng phương với vectơ cảm ứng từ.

B. Khi sóng điện từ lan truyền, vectơ cường độ điện trường luôn vuông góc với vectơ cảm ứng từ.

C. Sóng điện từ lan truyền được trong chân không.

D. Sóng điện từ là sóng ngang.

Câu 29. Chuyển động của một vật là tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương. Hai dao động này có phương trình lần lượt là :

$$x_1 = 4\cos\left(10t + \frac{\pi}{4}\right)(cm) \quad \text{và} \quad x_2 = 3\cos\left(10t - \frac{3\pi}{4}\right)(cm).$$

Độ lớn vận tốc của vật ở vị trí cân bằng là :

A.180 cm/s B. 100 cm/s C. 10 cm/s D. 50 cm/s.

Câu 30. Ở bề mặt một chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 20cm. Hai nguồn này dao động theo phương thẳng đứng có phương trình lần lượt là $u_1 = 5\cos40\pi t$ (mm) và $u_2 = 5\cos(40\pi t + \pi)$ (mm). Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 80 cm/s. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn thẳng S_1S_2 là :

A. 11 B. 9 C. 10 D. 8.

Câu 31. Phát biểu nào sau đây là đúng ?

A. Chất khí hay hơi được kích thích bằng nhiệt hay bằng điện luôn ch quang phổ vạch.

B. Chất khí hay hơi ở áp suất thấp được kích thích bằng nhiệt hay bằn điện cho quang phổ liên tục.

C. Quang phổ liên tục của nguyên tố nào thì đặc trưng cho nguyên tố ấy.

D. Quang phổ vạch của nguyên tố nào thì đặc trưng cho nguyên tố ấy.

Câu 32. Một đồng vị phóng xạ có chu kì bán rã T. Cứ sau một khoảng thời gia bằng bao nhiêu thì số hạt nhân bị phân rã trong khoảng thời gian đ bằng ba lần số hạt nhân còn lại của đồng vị ấy ?

A. T B. 3T C. 2T D. 0,5T.

Câu 33. Một vật dao động điều hòa theo một trục cố định (mốc thế năng ở v trí cân bằng) thì :

A. khi vật đi từ vị trí cân bằng ra biên, vận tốc và gia tốc của vật luô cùng dấu.

B. thế năng của vật cực đại khi vật ở vị trí biên.

C. động năng của vật cực đại khi gia tốc của vật có độ lớn cực đại.

D. khi ở vị trí cân bằng, thế năng của vật bằng cơ năng.

Câu 34. Một đám nguyên tử hidro đang ở trạng thái kích thích mà êlectron chuyển động trên quỹ đạo dừng N. Khi êlectron chuyển về các quỹ đạo dừng bên trong thì quang phổ vạch phát xạ của đám nguyên tử đó có bao nhiêu vạch ?

A. 3 B. 1 C. 4 D. 6.

Câu 35. Tại một nơi trên mặt đất, một con lắc đơn dao động điều hòa. Trong khoảng thời gian Δt, con lắc thực hiện 60 dao động toàn phần; thay đổi chiều dài con lắc một đoạn 44cm thì cũng trong khoảng thời gian Δt ấy, nó thực hiện 50 dao động toàn phần. Chiều dài ban đầu của con lắc là :

A. 80cm B. 100cm C. 60cm D. 144cm.

Câu 36. Trong sự phân hạch của hạt nhân $^{235}_{92}U$, gọi k là hệ số nhân nơtron. Phát biểu nào sau đây là đúng ?

A. Nếu k = 1 thì phản ứng phân hạch dây chuyền không xảy ra.

B. Nếu k < 1 thì phản ứng phân hạch dây chuyền xảy ra và năng lượng tỏa ra tăng nhanh.

C. Nếu k > 1 thì phản ứng phân hạch dây chuyền tự duy trì và có thể gây nên vụ nổ hạt nhân.

D. Nếu k > 1 thì phản ứng phân hạch dây chuyền không xảy ra.

Câu 37. Hạt nào sau đây ***không*** phải là hạt sơ cấp ?

A. prôtôn (p) B. pôzitron (e^+)

C. êlectron (e^-) D. anpha (α).

Câu 38. Một đoạn mạch điện xoay chiều gồm điện trở thuần, cuộn cảm thuần và tụ điện mắc nối tiếp. Biết cảm kháng gấp đôi dung kháng. Dùng vôn kế xoay chiều (điện trở rất lớn) đo điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện và điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở thì số chỉ của vôn kế là như nhau. Độ lệch pha của điện áp giữa hai đầu đoạn mạch so với cường độ dòng điện trong đoạn mạch là :

A. $\frac{\pi}{4}$ B. $-\frac{\pi}{3}$ C. $\frac{\pi}{6}$ D. $\frac{\pi}{3}$.

Câu 39. Khi đặt hiệu điện thế không đổi 30V vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{1}{4\pi}$(H) thì dòng điện trong đoạn mạch là dòng điện một chiều có cường độ 1A. Nếu đặt vào hai đầu đoạn mạch này điện áp $u = 150\sqrt{2}\cos 120\pi t$ (V) thì biểu thức của cường độ dòng điện trong đoạn mạch là :

A. $i = 5\sqrt{2}\cos\left(120\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (A) B. $i = 5\sqrt{2}\cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A)

C. $i = 5\cos\left(120\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (A)　　　D. $i = 5\cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A).

Câu 40. Một vật dao động điều hòa có phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. Gọi v và a lần lượt là vận tốc và gia tốc của vật. Hệ thức đúng là :

A. $\frac{v^2}{\omega^4} + \frac{a^2}{\omega^2} = A^2$　　　B. $\frac{v^2}{\omega^2} + \frac{a^2}{\omega^4} = A^2$

C. $\frac{\omega^2}{v^2} + \frac{a^2}{\omega^4} = A^2$　　　D. $\frac{v^2}{\omega^2} + \frac{a^2}{\omega^2} = A^2$.

II. PHẦN RIÊNG

(Thí sinh chỉ được làm 1 trong 2 phần : phần A hoặc phần B)

A. THEO CHƯƠNG TRÌNH CHUẨN (10 câu, từ câu 41 đến câu 50)

Câu 41. Một sóng âm truyền trong thép với tốc độ 5000 m/s. Nếu độ lệch pha của sóng âm đó ở hai điểm gần nhất cách nhau 1m trên cùng một phương truyền sóng là $\frac{\pi}{2}$ thì tần số của sóng bằng :

A. 1000Hz　　B. 1250Hz　　C. 5000Hz　　D. 2500Hz.

Câu 42. Từ thông qua một vòng dây dẫn là $\phi = \frac{2.20^{-2}}{\pi}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (Wb).

Biểu thức của suất điện động cảm ứng xuất hiện trong vòng dây này là :

A. $e = 2\pi\sin 100\pi t$ (V)　　　B. $e = -2\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (V)

C. $e = -2\sin 100\pi t$ (V)　　　D. $e = 2\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (V).

Câu 43. Đặt điện áp $u = U_0\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (V) vào hai đầu một tụ điện có điện dung $\frac{2.10^{-4}}{\pi}$ (F). Ở thời điểm điện áp giữa hai đầu tụ điện là 150V thì cường độ dòng điện trong mạch là 4A. Biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch là :

A. $i = 5\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (A)　　　B. $i = 4\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (A)

C. $i = 4\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (A)　　　D. $i = 5\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (A).

Câu 44. Với các hành tinh sau của hệ Mặt Trời : Hỏa tinh, Kim tinh, Mộc tinh, Thổ tinh, Thủy tinh; tính từ Mặt Trời, thứ tự từ trong ra là :

A. Kim tinh, Mộc tinh, Thủy tinh, Hỏa tinh, Thổ tinh.

B. Thủy tinh, Kim tinh, Hỏa tinh, Mộc tinh, Thổ tinh.

C. Thủy tinh, Hỏa tinh, Thổ tinh, Kim tinh, Mộc tinh.

D. Hỏa tinh, Mộc tinh, Kim tinh, Thủy tinh, Thổ tinh.

Câu 45. Một mạch dao động điện từ LC lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung thay đổi được từ C_1 đến C_2. Mạch dao động này có chu kì dao động riêng thay đổi được

A. từ $4\pi\sqrt{LC_1}$ đến $4\pi\sqrt{LC_2}$ B. từ $2\sqrt{LC_1}$ đến $2\sqrt{LC_2}$

C. từ $4\sqrt{LC_1}$ đến $4\sqrt{LC_2}$ D. từ $2\pi\sqrt{LC_1}$ đến $2\pi\sqrt{LC_2}$.

Câu 46. Một vật dao động điều hòa có độ lớn vận tốc cực đại là 31,4 cm/s. Lấy $\pi = 3{,}14$. Tốc độ trung bình của vật trong một chu kì dao động là :

A. 0 B. 15 cm/s C. 20 cm/s D. 10 cm/s.

Câu 47. Một lượng chất phóng xạ ban đầu có N_0 hạt nhân. Sau 1 năm, còn lại một phần ba số hạt nhân ban đầu chưa phân rã. Sau 1 năm nữa, số hạt nhân còn lại chưa phân rã của lượng chất phóng xạ đó là :

A. $\frac{N_0}{9}$ B. $\frac{N_0}{4}$ C. $\frac{N_0}{6}$ D. $\frac{N_0}{16}$.

Câu 48. Một con lắc lò xo dao động điều hòa theo phương ngang với tần số góc 10 rad/s. Biết rằng khi động năng và thế năng (mốc ở vị trí cân bằng của vật) bằng nhau thì vận tốc của vật có độ lớn bằng 0,6 m/s. Biên độ dao động của con lắc là :

A. 12cm B. $12\sqrt{2}$ cm C. 6cm D. $6\sqrt{2}$ cm.

Câu 49. Khi nói về tia hồng ngoại, phát biểu nào sau đây là ***sai*** ?

A. Tia hồng ngoại có tần số nhỏ hơn tần số của ánh sáng tím.

B. Tia hồng ngoại có bản chất là sóng điện từ.

C. Các vật ở nhiệt độ trên 2000^0C chỉ phát ra tia hồng ngoại.

D. Tác dụng nổi bật của tia hồng ngoại là tác dụng nhiệt.

Câu 50. Đối với nguyên tử hiđro, khi êlectron chuyển từ quỹ đạo M về quỹ đạo K thì nguyên tử phát ra phôtôn có bước sóng 0,1026μm.

Lấy $h = 6{,}625.10^{-34}$J.s; $e = 1{,}6.10^{-19}$C và $c = 3.10^8$ m/s.

Năng lượng của phôtôn này bằng :

A. 12,1eV B. 121eV C. 11,2eV D. 1,21eV.

B. THEO CHƯƠNG TRÌNH NÂNG CAO (10 câu, từ câu 51 đến câu 60)

Câu 51. Momen quán tính của một vật rắn đối với một trục quay cố định

A. phụ thuộc vào momen của ngoại lực gây ra chuyển động quay của vật rắn.

B. có giá trị dương hoặc âm tùy thuộc vào chiều quay của vật rắn.

C. không phụ thuộc vào sự phân bố khối lượng của vật rắn đối với trục quay.

D. đặc trưng cho mức quán tính của vật rắn trong chuyển động quay quanh trục ấy.

Câu 52. Từ trạng thái nghỉ, một đĩa bắt đầu quay quanh trục cố định của nó với gia tốc góc không đổi. Sau 10s, đĩa quay được một góc 50rad. Góc mà đĩa quay được trong 10s tiếp theo là :

A. 100rad B. 200rad C. 150rad D. 50rad.

Câu 53. Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$(V) vào hai đầu một cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L = \frac{1}{2\pi}$(H). Ở thời điểm điện áp giữa hai đầu cuộn cảm là $100\sqrt{2}$ V thì cường độ dòng điện qua cuộn cảm là 2A. Biểu thức của cường độ dòng điện qua cuộn cảm là :

A. $i = 2\sqrt{3}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$(A) B. $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$(A)

C. $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$(A) D. $i = 2\sqrt{3}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$(A).

Câu 54. Một vật có khối lượng nghỉ 60kg chuyển động với tốc độ 0,6c (c là tốc độ ánh sáng trong chân không) thì khối lượng tương đối tính của nó là :

A. 60kg B. 75kg C. 100kg D. 80kg.

Câu 55. Lấy chu kì bán rã của pôlôni ${}^{210}_{84}Po$ là 138 ngày và $N_A = 6{,}02.10^{23}mol^{-1}$. Độ phóng xạ của 42mg pôlôni là :

A. 7.10^{12}Bq B. 7.10^{10}Bq C. 7.10^{14}Bq D. 7.10^{9}Bq.

Câu 56. Tại nơi có gia tốc trọng trường 9,8 m/s^2, một con lắc đơn và một con lắc lò xo nằm ngang dao động điều hòa với cùng tần số. Biết con lắc đơn có chiều dài 49cm và lò xo có độ cứng 10 N/m. Khối lượng vật nhỏ của con lắc lò xo là :

A. 0,125kg B. 0,500kg C. 0,750kg D. 0,250kg.

Câu 57. Một vật rắn quay quanh trục cố định dưới tác dụng của momen lực không đổi và khác không. Trong trường hợp này, đại lượng thay đổi là :

A. momen quán tính của vật đối với trục đó.

B. momen động lượng của vật đối với trục đó.

C. khối lượng của vật.

D. gia tốc góc của vật.

Câu 58. Một nguồn phát sóng cơ dao động theo phương trình $u = 4\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm) Biết dao động tại hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng cách nhau 0,5m có độ lệch pha là $\frac{\pi}{3}$. Tốc độ truyền của sóng đó là :

A. 1,0 m/s B. 6,0 m/s C. 2,0 m/s D. 1,5 m/s.

Câu 59. Một vật rắn quay nhanh dần đều quanh một trục cố định, trong 3,14s tốc độ góc của nó tăng từ 120 vòng/phút đến 300 vòng/phút. Lấy $\pi = 3,14$. Gia tốc góc của vật rắn có độ lớn là :

A. 6 rad/s^2 B. 12 rad/s^2 C. 8 rad/s^2 D. 3 rad/s^2.

Câu 60. Chiếu đồng thời hai bức xạ có bước sóng 0,452μm và 0,243μm vào catôt của một tế bào quang điện. Kim loại làm catôt có giới hạn quang điện là 0,50μm. Lấy $h = 6,625.10^{-34}$J.s; $c = 3.10^8$ m/s và $m_e = 9,1.10^{-31}$kg. Tốc độ ban đầu cực đại của các êlectron quang điện bằng :

A. $9,61.10^5$ m/s B. $1,34.10^6$ m/s

C. $2,29.10^4$ m/s D. $9,24.10^3$ m/s.

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

Câu 1. D. Có thể chứng tỏ để U_{max} thì

$$Z_L = \frac{R^2 - Z_C^2}{Z_C} = \frac{R^2 + 3R^2}{\sqrt{3}R} = \frac{4\sqrt{3}}{3}R$$

$$\tan\varphi_{u_R/u} = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{1}{\sqrt{3}} \quad \Rightarrow \quad \varphi_{u_R/u} = \frac{\pi}{6}.$$

Câu 2. D. Tại vị trí các vân sáng trùng nhau thì $x_1 = x_2$

$$\Leftrightarrow \frac{k_1\lambda_1 D}{a} = \frac{k_2\lambda_2 D}{a} \Rightarrow k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 \Rightarrow k_1 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}k_2 \text{ với } k \in \mathbb{Z}$$

$$\Rightarrow k_1 = \frac{4}{3}k_2 \Rightarrow |k_1| = 0;\ 4;\ 8;\ \ldots$$

⇒ Vị trí có hai vân sáng trùng nhau của hai bức xạ là :

$|x|$ = 0; 3,6mm; 7,2mm; 14,4mm; 28,8mm; ...

Vậy trên đoạn MN, số vị trí vân sáng của hai bức xạ trùng nhau là 3.

Câu 3. C. Nếu $I_1 = I_2 \Rightarrow Z_1 = Z_2$

$$\Rightarrow \quad \sqrt{R^2 + \left(\omega_1 L - \frac{1}{\omega_1 C}\right)^2} = \sqrt{R^2 + \left(\omega_2 L - \frac{1}{\omega_2 C}\right)^2}$$

$$\Rightarrow \quad \omega_1 L - \frac{1}{\omega_1 C} = \pm\left(\omega_2 L - \frac{1}{\omega_2 C}\right) \quad \Rightarrow \quad \omega_1\omega_2 = \frac{1}{LC}.$$

Câu 4. C. **Câu 5.** B. **Câu 6.** D. **Câu 7.** D.

Câu 8. C. Áp dụng định luật bảo toàn số khối và bảo toàn điện tích trong phản ứng hạt nhân ta xác định được X là hạt nhân nơtron.

$$\Rightarrow \quad \Delta W = (m_D + m_T - m_{HC} - m_N)C^2 = 17{,}498 \text{ MeV}.$$

Câu 9. A. **Câu 10.** A. **Câu 11.** A.

Câu 12. A. Theo đề bài : $L_N - L_M = 10\lg\left(\frac{I_N}{I_M}\right) = 40 \quad \Rightarrow \quad \frac{I_N}{I_M} = 10^4.$

Câu 13. A.

Câu 14. C. Từ công thức : $\mathscr{P} = I^2R \quad \Rightarrow \quad \mathscr{P} = \frac{RU^2}{R^2 + Z_C^2} \quad (1) = \frac{U^2}{R + \frac{Z_C^2}{R}}$

$$\Rightarrow \mathscr{P}_{\max} \text{ khi } \left(R + \frac{Z_C^2}{R}\right)_{\min}.$$

Theo bất đẳng thức Côsi ta có :

$$\mathscr{P}_{\max} \text{ khi } R = Z_C \text{ và } \mathscr{P}_{\max} = \frac{U^2}{2Z_C} \quad \Rightarrow \quad U^2 = 2Z_C.\mathscr{P}_{\max} \qquad (2)$$

Từ (1) $\Rightarrow \quad \mathscr{P}R^2 - U^2R + \mathscr{P}Z_C^2 = 0$ (3)

(3) là phương trình bậc hai đối với R có $\Delta = U^4 - 4\mathscr{P}Z_C^2 > 0$

Vậy (3) có 2 nghiệm phân biệt R_1, R_2 với $R_1R_2 = Z_C^2 = 10000$ (4)

Theo giả thiết : $U_{C_1} = 2U_{C_2} \quad \Rightarrow \quad I_1Z_C = 2I_2Z_C$

$$\Leftrightarrow \quad \frac{UZ_C}{\sqrt{R_1^2 + Z_C^2}} = \frac{2UZ_C}{\sqrt{R_2^2 + Z_C^2}} \qquad (5)$$

Từ (4) và (5) $\Rightarrow \quad R_1 = 50\Omega; \quad R_2 = 200\Omega.$

Câu 15. D. Dễ dàng thấy rằng khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp để

$W_đ = W_t$ là $\Delta t = \frac{T}{4} \quad \Rightarrow \quad T = 4\Delta t = 0{,}2\text{s}$

$\Rightarrow$ Từ công thức $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad \Rightarrow \quad k = \frac{m.4\pi^2}{T^2} = \frac{0{,}5.4.10}{0{,}2^2} = 50\,\text{N/m}.$

Câu 16. C. Tọa độ của vân sáng bậc k so với vân sáng trung tâm được xác định bằng công thức $x_S = \frac{k\lambda D}{a}$.

Vị trí của vân sáng bậc 4 ứng với bức xạ $\lambda = 0{,}76\mu m$ là $x_4 = \frac{4.0{,}76.10^{-6}.D}{a}$

Ta có : $4.0{,}76.10^{-6} = k\lambda' \Rightarrow \lambda' = \frac{3{,}04.10^{-6}}{k}$ với $k \in \mathbb{Z}$.

Theo đề bài $0{,}38\mu m < \lambda \le 0{,}76\mu m \Rightarrow k = 5, 6, 7, 8$.

Câu 17. B.

Câu 18. C. Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp mà điện tích trên một bản tụ điện có độ lớn cực đại là $t = \frac{T}{2} = \frac{2\pi\sqrt{LC}}{2} = \pi\sqrt{LC} = 5\pi.10^{-6}s$.

Câu 19. B. **Câu 20.** B. **Câu 21.** A.

Câu 22. C. Dễ dàng tìm được :

$$U_{C(max)} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R} \text{ với } Z_L = \omega L = 2\pi fL = 4\Omega$$

$$\Rightarrow U_{C(max)} = \frac{120\sqrt{30^2 + 40^2}}{30} = 200V.$$

Câu 23. A. **Câu 24.** C. **Câu 25.** B.

Câu 26. D. Năng lượng mà phôtôn cần phải hấp thụ là :

$$E_2 - E_1 = -3{,}4 - (-13{,}6) = 10{,}2eV.$$

Câu 27. D. $Z_L = \omega L = 10\Omega; \quad Z_C = 20\Omega$

$$\Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 10\sqrt{2}\Omega$$

$$I = \frac{U_L}{Z_L} = \frac{20}{10} = 2A \Rightarrow U = IZ = 20\sqrt{2}\,V$$

$$\tan\varphi_{u/i} = \frac{Z_L - Z_C}{R} = -1 \Rightarrow \varphi_{u/i} = -\frac{\pi}{4}$$

$$\Rightarrow \varphi_{u/u_L} = -\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{4} = -\frac{3\pi}{4} \Rightarrow u = 40\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(V).$$

Câu 28. A.

Câu 29. C. Ta thấy hai dao động x_1, x_2 ngược pha nhau.

Do đó phương trình dao động tổng hợp là $x = \cos\left(10t + \frac{\pi}{4}\right)$(cm).

Tại vị trí cân bằng $x = 0 \Rightarrow$ Vận tốc cực đại $v_{max} = \omega A = 10$ cm/s.

Câu 30. C. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn thẳng S_1S_2 là :

$$k = \frac{2S_1S_2}{\lambda} = \frac{2S_1S_2.f}{v} = \frac{2.20.20}{80} = 10.$$

Câu 31. D.

Câu 32. C. Số hạt nhân còn lại sau thời gian t : $N = \frac{N_0}{2^k}$

Số hạt nhân đã bị phân rã trong thời gian t :

$$\Delta N = N_0 - N = N_0\left(1 - \frac{1}{2^k}\right) \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2^k} = \frac{1}{4} \quad \Rightarrow \quad k = 2$$

Từ $k = \frac{t}{T}$ suy ra $t = 2T$.

Câu 33. B. **Câu 34.** D.

Câu 35. B. Từ công thức tính tần số của con lắc đơn dao động điều hòa

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}},$$

ta có tần số dao động ban đầu của con lắc : $f_1 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l_1}}$ (1)

và tần số dao động của con lắc khi đã thay đổi độ dài : $f_2 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l_2}}$ (2)

Theo giả thiết : $f_1 = \frac{60}{\Delta t}$ (3); $f_2 = \frac{50}{\Delta t}$ (4)

$\Rightarrow \quad f_1 > f_2 \quad \Rightarrow \quad l_1 < l_2 \quad \Rightarrow \quad l_2 = l_1 + 44$

Từ (1), (2), (3) và (4) $\Rightarrow \quad \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = \frac{6}{5} \quad \Rightarrow \quad \frac{l_1 + 44}{l_1} = \frac{36}{25}$

$\Rightarrow \quad l_1 = 100\text{cm}.$

Câu 36. C. **Câu 37.** D.

Câu 38. A. $\tan\varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{2U_C - U_C}{U_R} = \frac{U_C}{U_R} = \frac{U_R}{U_R} = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}.$

Câu 39. D. $R = \frac{30}{1} = 30\Omega$; $Z_L = \omega L = \frac{120\pi}{4\pi} = 30\Omega$

$$\Rightarrow \quad Z = 30\sqrt{2}\,\Omega$$

$$\Rightarrow \quad I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{150\sqrt{2}}{30\sqrt{2}} = 5A$$

$$\tan\varphi_{u/i} = \frac{Z_L}{R} = 1 \quad \Rightarrow \quad \varphi_{u/i} = \frac{\pi}{4}$$

$$\Rightarrow \quad i = 5\cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(A).$$

Câu 40. B.

Câu 41. B. Từ công thức : $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi df}{\lambda} \quad \Rightarrow \quad f = \frac{v.\Delta\varphi}{2\pi d} = 1250Hz.$

Câu 42. D. Từ công thức : $e = -\frac{d\phi}{dt} \quad \Rightarrow \quad e = 2\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(V).$

Câu 43. A. $\quad Z_C = \frac{1}{\omega C} = 50\Omega$

Trong đoạn mạch xoay chiều chỉ chứa tụ điện thì $\varphi_{u/i} = -\frac{\pi}{2}$

Nếu đặt $\alpha = 100\pi t - \frac{\pi}{3} \quad \Rightarrow \quad u = U_0\cos\alpha; \quad i = \frac{U_0}{Z_C}\sin\alpha$

$$\Rightarrow \quad u^2 + i^2Z_C^2 = U_0^2(\sin^2\alpha + \cos^2\alpha)$$

$$\Rightarrow \quad U_0^2 = 150^2 + 4^2.50^2 \quad \Rightarrow \quad U_0 = 250V$$

$$\Rightarrow \quad I_0 = \frac{U_0}{Z_C} = 5A.$$

Vậy : $\quad i = 5\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(A).$

Câu 44. B. **Câu 45.** D.

Câu 46. C. Vận tốc cực đại của vật dao động điều hòa : $v_{max} = \omega A$.

Tốc độ trung bình trong một chu kì :

$$v_{TB} = \frac{4A}{T} = \frac{4A.\omega}{2\pi} = \frac{2\omega A}{\pi} = \frac{2v_{max}}{\pi}$$

$$\Rightarrow \quad v_{TB} = \frac{2.31,4}{3,14} = 20 \text{ cm/s}.$$

Câu 47. A.

Câu 48. D. Từ công thức $W = W_đ + W_t$

Theo đề bài $W_đ = W_t \quad \Rightarrow \quad W = 2W_đ \quad \Leftrightarrow \quad \frac{1}{2}kA^2 = \frac{2mv^2}{2}$

$$\Rightarrow \quad A = \sqrt{\frac{2m}{k}} = v\omega\sqrt{2} = 6\sqrt{2} \text{ cm}.$$

Câu 49. C.

Câu 50. A. $\varepsilon = \dfrac{hc}{\lambda} = \dfrac{6{,}625.10^{-34}.3.10^{8}}{0{,}1026.10^{-6}} = 19.36.10^{-19}\,J = 12{,}1eV.$

Câu 51. D.

Câu 52. C. Đĩa quay từ trạng thái nghỉ nên $\omega_0 = 0$.

Góc mà đĩa quay được trong 10s đầu :

$$\varphi_1 = \frac{\gamma t_1^2}{2} \quad \Rightarrow \quad \gamma = \frac{2\varphi_1}{t_1^2} = \frac{2.50}{100} = 1\,\text{rad}$$

Góc mà đĩa quay được trong 20s đầu :

$$\varphi_2 = \frac{\gamma t_2^2}{2} = \frac{1.20^2}{2} = 200\,\text{rad}$$

⇒ Góc mà đĩa quay được trong 10s tiếp sau 10s đầu tiên là :

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = 200 - 50 = 150\ \text{rad}.$$

Câu 53. D. $Z_L = \omega L = 50\Omega$

Giải tương tự câu 43, ta xác định được $I_0 = 2\sqrt{3}A$.

Trong đoạn mạch xoay chiều chỉ chứa cuộn cảm thuần thì $\varphi_{u/i} = \dfrac{\pi}{2}$.

Vậy : $i = 2\sqrt{3}\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{6}\right)(A).$

Câu 54. B. Khối lượng của vật chuyển động với tốc độ v = 0,6c là :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \dfrac{v^2}{C^2}}} = \frac{60}{\sqrt{1 - 0{,}6^2}} = \frac{60}{0{,}8} = 75kg.$$

Câu 55. A. Áp dụng công thức :

$$H = \lambda N = \frac{\ln 2}{T}.\frac{mN_A}{M} = \frac{\ln 2.42.6{,}02.10^{23}}{138.24.3600.210}$$

$$\Rightarrow \quad H = 7.10^{12}Bq.$$

Câu 56. B. Chu kì của con lắc đơn : $T_đ = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$

Chu kì của con lắc lò xo : $T_{lx} = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

Theo giả thiết : $T_đ = T_{lx} \quad \Rightarrow \quad \dfrac{l}{g} = \dfrac{m}{k} \quad \Rightarrow \quad m = \dfrac{lk}{g} = \dfrac{0{,}49.10}{9{,}8} = 0{,}5kg.$

Câu 57. B.

Câu 58. B. Từ công thức :

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi df}{v} = \frac{2\pi d\omega}{v2\pi} \text{ suy ra } v = \frac{\omega d}{\Delta\varphi} = \frac{4\pi.0,5}{\frac{\pi}{3}} = 6 \text{ m/s}.$$

Câu 59. A. $\omega_1 = \frac{120.2\pi}{60} = 4\pi \text{ rad/s}; \quad \omega_2 = \frac{300.2\pi}{60} = 10 \text{ rad/s}$

$$\Rightarrow \quad \gamma = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t} = \frac{10\pi - 4\pi}{3,14} = 6 \text{ rad/s}^2.$$

Câu 60. A. Từ công thức Anhxtanh : $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{mv_{max}^2}{2}$, ta có :

$$v_{0\,max} = \sqrt{\frac{2hc}{m}\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)}$$

Với $v_{0\,max}$ ứng với bức xạ có bước sóng nhỏ hơn $\lambda = 0,243\mu m$.

Thay số ta được $v_{0\,max} = 9,61.10^5$ m/s.

ĐỀ 3

I. PHẦN CHUNG CHO TẤT CẢ THÍ SINH *(40 CÂU)*

Câu 1. Một vật nặng khi ghép với lò xo và cho dao động điều hòa thì chu kì là 4s. Cắt lò xo thành hai phần bằng nhau rồi ghép song song sau đó gắn vào vật nặng nói trên. Chu kì dao động điều hòa của con lắc bây giờ là :

A. 2s B. 1s C. 8s D. 16s.

Câu 2. Tính tuổi của một cổ vật bằng gỗ, biết độ phóng xạ β của nó bằng $\frac{3}{5}$ độ phóng xạ của một khúc gỗ có cùng khối lượng vừa mới chặt. Biết chu kì bán rã của C_{14} là 5600 năm.

A. 2100 năm B. 4000 năm C. 3500 năm D. 4128 năm.

Câu 3. Một tụ điện có điện dung $C = 0,1\mu F$ được tích điện đến hiệu điện thế $U = 100V$. Sau đó cho tụ điện phóng điện qua một cuộn cảm có hệ số tự cảm $L = 1H$ và điện trở thuần không đáng kể. Lấy gốc thời gian là lúc tụ bắt đầu phóng điện. Cho $\pi^2 = 10$.

Biểu thức điện tích trên mỗi bản tụ điện theo thời gian là :

A. $q = 10^{-5}\sin\left(500\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$(C) B. $q = 10^{-5}\sin\left(500\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$(C)

C. $q = 10^{-5}\sin\left(1000\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (C) D. $q = 10^{-5}\sin\left(1000\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (C).

Câu 4. Một ống trụ có một pittông ở một đầu ống, để có thể điều chỉnh chiều dài cột khí trong ống. Đặt một âm thoa dao động với tần số 660Hz ở gần đầu hở của ống. Tốc độ âm trong không khí là 330 m/s. Để âm nghe được to nhất ta phải điều chỉnh pittông để cột không khí trong ống có độ dài nhỏ nhất là :

A. 0,75m B. 0,50m C. 25,0cm D. 12,5cm.

Câu 5. Cho phản ứng hạt nhân $^{37}_{17}Cl + p \longrightarrow {}^{37}_{18}Ar + n$. Cho biết khối lượng của các hạt nhân là m (Ar) = 36,956889u; m (Cl) = 36,956563u; m (n) = 1,008670u; m (p) = 1,007276u; lấy 1u = 931 MeV/c^2.

Năng lượng mà phản ứng này tỏa ra hoặc thu vào là :

A. Tỏa ra 1,601MeV. B. Thu vào 1,601MeV.

C. Tỏa ra $1,562.10^{-19}$J. D. Thu vào $1,562.10^{-19}$J.

Câu 6. Trong quá trình con lắc lò xo dao động, chiều của vectơ gia tốc :

A. luôn hướng ra biên để kéo vật rời xa vị trí cân bằng.

B. luôn theo một chiều không đổi phụ thuộc vào cách kích thích để nó dao động.

C. luôn hướng về vị trí cân bằng.

D. hướng về vị trí cân bằng khi đi từ biên về vị trí cân bằng, hướng ra biên khi đi từ vị trí cân bằng ra biên.

Câu 7. Một chùm ánh sáng Mặt Trời có dạng một dải sáng mỏng, hẹp rọi xuống mặt nước trong một bể nước tạo nên ở đáy bể một vệt sáng có :

A. màu trắng dù chiếu xiên hay chiếu vuông góc với mặt nước.

B. nhiều màu dù chiếu xiên hay chiếu vuông góc với mặt nước.

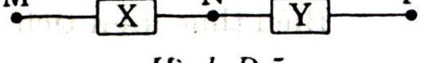
C. nhiều màu khi chiếu xiên và có màu trắng khi chiếu vuông góc với mặt nước.

D. nhiều màu khi chiếu vuông góc và có màu trắng khi chiếu xiên với mặt nước.

Câu 8. Một nhạc âm có tần số cơ bản là 140Hz. Tần số của họa âm thứ tư là :

A. 144Hz B. 180Hz C. 560Hz D. 400Hz.

Câu 9. Cho mạch điện như hình Đ.5. Mỗi hộp X, Y chứa 1 trong 3 phần tử R, L, C. Điện áp xoay chiều đặt vào hai đầu MN trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp đặt vào hai đầu NP và cùng pha với dòng điện trong mạch. Hãy



Hình Đ.5

cho biết X và Y gồm những phần tử nào sau đây ?

A. Y chứa cuộn dây thuần cảm, X chứa tụ điện.

B. X chứa điện trở, Y chứa tụ điện.

C. X chứa điện trở, Y chứa cuộn dây thuần cảm.

D. Y chứa điện trở, X chứa tụ điện.

Câu 10. Ba dao động điều hòa có phương trình lần lượt là :

$$x_1 = 2\sin\omega t\ (\text{cm}); \qquad x_2 = 3\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)(\text{cm}); \qquad x_3 = \sqrt{2}\cos(\omega t)\ (\text{cm}).$$

Kết luận nào sau đây là đúng ?

A. x_1, x_2 ngược pha

B. x_1, x_3 ngược pha

C. x_2, x_3 ngược pha

D. x_2, x_3 cùng pha.

Câu 11. Trong thí nghiệm Y-âng, người ta chiếu hai ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0{,}5\mu m$ và $\lambda_2 = 0{,}75\mu m$ vào hai khe S_1, S_2 cách nhau 1,5mm và cách màn E một khoảng là 2m. Khoảng cách giữa hai vân sáng bậc 2 của hai ánh sáng đơn sắc trên là :

A. 0,33mm

B. 0,45mm

C. 0,67mm

D. 0,87mm.

Câu 12. Chọn câu ***sai*** khi nói về sự phân hạch.

A. Sự phân hạch là hiện tượng một hạt nhân rất nặng hấp thụ một nơtron rồi vỡ ra thành hai hạt nhân trung bình.

B. Trong sự phân hạch, nơtron chậm khó hấp thụ hơn nơtron nhanh.

C. Sự phân hạch là phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

D. Trong các đồng vị của urani thì U235 là đồng vị dễ phân hạch nhất.

Câu 13. Cho A, B là hai nguồn kết hợp phương trình : $u_A = u_B = 2\cos 50\pi t$ (mm). M là điểm cách A, B các đoạn MA = 17,2cm; MB = 16,4cm. Cho tốc độ truyền sóng là 60 cm/s. Biên độ sóng ở M là :

A. $2\sqrt{2}$mm

B. 2mm

C. 4mm

D. 1mm.

Câu 14. Cho đoạn mạch xoay chiều gồm cuộn dây có điện trở thuần R = 100Ω, độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}$(H) mắc nối tiếp với tụ điện $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}$(F). Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều có dạng $u = 200\cos 100\pi t$ (V). Biểu thức điện áp tức thời giữa hai đầu cuộn dây là :

A. $u_d = 200\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$(V)

B. $u_d = 200\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$(V)

C. $u_d = 200\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$(V)

D. $u_d = 200\cos 100\pi t$ (V).

Câu 15. Ống chuẩn trực trong máy quang phổ lăng kính có tác dụng :

A. tập trung ánh sáng chiếu vào lăng kính.

B. tăng cường độ của ánh sáng.

C. tạo nguồn sáng điểm.

D. tạo chùm tia song song.

Câu 16. Trong một mạch dao động biểu thức của điện tích trên một bản tụ điện là $q = 25.10^{-6}\sin(2000t)$ (C). Biết rằng cuộn cảm thuần có độ tự cảm là L = 0,05H. Biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch là :

A. $i = 0{,}05\sin(2000t)$ (A)

B. $i = 0{,}05\sin\left(2000t + \frac{\pi}{2}\right)$ (A)

C. $i = 0{,}05\sin\left(2000t - \frac{\pi}{2}\right)$ (A)

D. $i = 0{,}05\sin(2000t + \pi)$ (A).

Câu 17. Tần số lớn nhất của bức xạ mà ống Rơn-ghen phát ra là 3.10^{8}Hz. Coi êlectron bật ra từ catôt có tốc độ ban đầu bằng không. Hiệu điện thế giữa hai cực của ống là :

A. 11,7kV

B. 12,6kV

C. 13,4kV

D. 15,5kV.

Câu 18. Phát biểu nào sau đây là ***không*** đúng ?

Hiện tượng giao thoa chỉ xảy ra khi hai sóng được tạo ra từ hai tâm sóng có đặc điểm sau :

A. cùng tần số, cùng pha.

B. cùng tần số, ngược pha.

C. cùng tần số, lệch pha nhau một góc không đổi.

D. cùng biên độ, cùng pha.

Câu 19. Hợp lực tác dụng lên vật dao động điều hòa :

A. có độ lớn tỉ lệ với li độ và có chiều luôn hướng ra biên để kéo vật dời xa vị trí cân bằng.

B. có độ lớn tỉ lệ với li độ và có chiều biến đổi.

C. có độ lớn tỉ lệ với li độ và có chiều luôn hướng về vị trí cân bằng.

D. có độ lớn tỉ lệ với biên độ và có chiều luôn hướng về vị trí cân bằng.

Câu 20. Phát biểu nào sau đây là đúng ?

A. Đồng vị là các nguyên tử mà hạt nhân của chúng có số khối A bằng nhau.

B. Đồng vị là các nguyên tử mà hạt nhân của chúng có số prôtôn bằng nhau, số nơtron khác nhau.

C. Đồng vị là các nguyên tử mà hạt nhân của chúng có số nơtron bằng nhau, số prôtôn khác nhau.

D. Đồng vị là các nguyên tử mà hạt nhân của chúng có khối lượng bằng nhau.

Câu 21. Trong một thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe Y-âng cách nhau 2mm, hình ảnh giao thoa được hứng trên màn ảnh cách hai khe 1m. Sử dụng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ, khoảng vân đo được là 0,2mm. Vị trí vân sáng bậc 3 kể từ vân sáng trung tâm là :

A. 0,42mm B. 0,5mm C. 0,6mm D. 0,7mm.

Câu 22. Chọn phát biểu đúng :

A. Tần số sóng thay đổi khi sóng truyền từ môi trường này sang môi trường khác.

B. Tần số sóng được xác định bởi nguồn phát sóng.

C. Tần số sóng là tích số của bước sóng và chu kì dao động của sóng.

D. Khi sóng truyền từ môi trường này sang môi trường khác bước sóng không thay đổi.

Câu 23. Biểu thức nào sau đây biểu diễn một dòng điện xoay chiều hình sin :

A. $i = 2t\cos 100\pi t$ B. $i = 2\cos 100\pi t - 3\sin 100\pi t$

C. $i = 2\cos 100\pi t + 2\sin 120\pi t$ D. $i = 2\cos^2 100\pi t$.

Câu 24. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng đang dao động điều hòa theo phương trình $x = 8\cos\left(2t - \frac{\pi}{2}\right)$(cm). Trục tọa độ có gốc tại vị trí cân bằng, chiều dương hướng thẳng đứng xuống dưới. Tại thời điểm ban đầu vật nặng đang :

A. ở vị trí thấp nhất của quỹ đạo.

B. ở vị trí cao nhất của quỹ đạo.

C. qua vị trí trung điểm của quỹ đạo và chuyển động theo chiều từ trên xuống dưới.

D. qua vị trí trung điểm của quỹ đạo và chuyển động theo chiều từ dưới lên trên.

Câu 25. Đại lượng nào sau đây được bảo toàn trong phản ứng hạt nhân ?

A. số nơtron B. số êlectron C. số nuclôn D. số prôtôn.

Câu 26. Chất phóng xạ $^{210}_{84}Po$ phát ra tia α và biến đổi thành $^{206}_{82}Pb$. Biết khối lượng các hạt là $m_{Pb} = 205,9744u$; $m_{Po} = 209,9828u$; $m_\alpha = 4,0026u$. Giả sử hạt nhân mẹ ban đầu đứng yên và sự phân rã không phát ra tia γ thì động năng của hạt nhân chì là :

A. 0,1MeV B. 0,32MeV C. 0,1eV D. 5eV.

Câu 27. Chọn câu phát biểu ***sai*** :

A. Sóng âm là sóng cơ.

B. Tốc độ truyền âm phụ thuộc vào bản chất môi trường.

C. Tốc độ truyền âm trong chân không lớn hơn tốc độ truyền âm trong môi trường đàn hồi.

D. Tốc độ truyền âm trong chất rắn lớn hơn tốc độ truyền âm trong chất khí.

Câu 28. Một vật nặng treo vào đầu lò xo có chiều dài tự nhiên l_0 = 12cm. Kích thích cho vật dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với biên độ A = 3cm, thì thấy chiều dài cực đại của lò xo là 19cm. Cho gia tốc rơi tự do $g = \pi^2$ m/s^2. Chu kì dao động là :

A. 4s B. 0,4s C. 0,6s D. 5s.

Câu 29. $^{24}_{11}$Na là chất phóng xạ β^- với chu kì bán rã 15 giờ. Ban đầu có một lượng $^{24}_{11}$Na thì sau một khoảng thời gian bao nhiêu lượng chất phóng xạ trên bị phân rã 75% ?

A. 41 giờ B. 17 giờ C. 22 giờ D. 30 giờ.

Câu 30. Một ánh sáng đơn sắc ***không*** có tính chất nào sau đây ?

A. Không bị tán sắc khi đi qua lăng kính.

B. Có một màu xác định.

C. Có một tần số xác định.

D. Không bị khúc xạ khi đi qua lăng kính.

Câu 31. Hai con lắc lò xo dao động điều hòa có cùng tần số và biên độ lần lượt A_1, A_2 với $A_1 < A_2$. Điều nào sau đây đúng khi so sánh cơ năng của chúng?

A. Không thể so sánh được.

B. Cơ năng của con lắc thứ nhất lớn hơn.

C. Cơ năng của con lắc thứ hai lớn hơn.

D. Cơ năng của hai con lắc bằng nhau.

Câu 32. Cho dòng điện xoay chiều i = cos100πt qua đoạn mạch chứa L và C thấy $U > |U_L - U_C|$. Kết luận nào sau đây đúng :

A. Mạch có tính cảm kháng. B. Mạch có tính dung kháng.

C. Cuộn cảm có điện trở thuần. D. Mạch không tiêu thụ điện năng.

Câu 33. Tốc độ truyền âm trong không khí là 340 m/s, khoảng cách giữa ha điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động ngược pha nhau là 0,85m. Tần số của âm là :

A. 185Hz B. 170Hz C. 200Hz D. 255Hz.

Câu 34. Mạch chọn sóng của một máy thu thanh gồm cuộn dây có độ tự cảm $L = 2.10^{-6}$H, tụ điện có điện dung $C = 2.10^{-10}$F. Hiệu điện thế cực đại trên tụ bằng 220mV. Tổng năng lượng điện từ trong mạch là :

A. $4,84.10^{-12}$J B. $1,54.10^{-12}$J C. 12.10^{-12}J D. $1,24.10^{-12}$J.

Câu 35. Mạch điện xoay chiều nào sau đây có công suất bằng không :

A. Mạch chỉ có L và C mắc nối tiếp.

B. Mạch chỉ có R và L mắc nối tiếp.

C. Mạch chỉ có R.

D. Mạch gồm R, L, C mắc nối tiếp và $Z_L = Z_C$.

Câu 36. Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A, B dao động với tần số 20Hz. Tại một điểm M cách A và B lần lượt là 16cm và 20cm, sóng có biên độ cực đại; giữa M và đường trung trực của AB có 3 vân cực đại khác. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là :

A. 20 cm/s B. 36,7 cm/s C. 40 cm/s D. 53,4 cm/s.

Câu 37. Cường độ dòng điện tức thời trong mạch dao động LC có dạng i = 0,02cos2000t (A). Tụ điện trong mạch có điện dung 5μF. Độ tự cảm của cuộn cảm là :

A. L = 50mH B. L = 50H

C. $L = 5.10^{-6}$H D. $L = 5.10^{-8}$H.

Câu 38. Phát biểu nào sau đây đúng về năng lượng liên kết của hạt nhân ?

A. Năng lượng liên kết là toàn bộ năng lượng của nguyên tử gồm động năng và năng lượng nghỉ.

B. Năng lượng liên kết là năng lượng tỏa ra khi các nuclôn liên kết với nhau tạo thành hạt nhân.

C. Năng lượng liên kết là năng lượng toàn phần của nguyên tử tính trung bình trên số nuclôn.

D. Năng lượng liên kết là năng lượng liên kết các êlectron và hạt nhân nguyên tử.

Câu 39. Một dây đàn dài 30cm, căng ở hai đầu cố định. Khi dây dao động với tần số 500Hz ta quan sát trên dây có sóng dừng với hai bụng sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là :

A. 79,8 m/s B. 120 m/s C. 150 m/s D. 480 m/s.

Câu 40. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng dao động điều hòa với tần số 4,5Hz. Trong quá trình dao động chiều dài lò xo biến thiên từ 40cm đến 56cm. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Độ dài tự nhiên của lò xo là :

A. 46,8cm B. 48cm C. 42cm D. 40cm.

I. PHẦN RIÊNG *(10 CÂU)*

Thí sinh chỉ được làm một trong hai phần (phần A hoặc phần B)

A. THEO CHƯƠNG TRÌNH CHUẨN (10 câu, từ câu 41 đến cậu 50)

Câu 41. Hạt nhân triti (T) và đơteri (D) tham gia phản ứng nhiệt hạch sinh ra hạt α và hạt nơtron. Cho biết độ hụt khối của hạt nhân triti là $\Delta m_T = 0,0087u$; của hạt nhân đơteri là $\Delta m_D = 0,0024u$; của hạt α là $\Delta m_\alpha = 0,0305u$; $1u = 931\ MeV/c^2$. Năng lượng tỏa ra từ phản ứng trên là bao nhiêu ?

A. $\Delta E = 18,06MeV$ B. $\Delta E = 38,73MeV$

C. $\Delta E = 18,06J$ D. $\Delta E = 38,73J$.

Câu 42. Chất phóng xạ $^{210}_{84}Po$ phát ra tia α và biến đổi thành $^{206}_{82}Pb$. Biết khối lượng các hạt nhân là $m_{Pb} = 205,9744u$; $m_{Po} = 209,9828u$; $m_\alpha = 4,0026u$. Năng lượng tỏa ra khi 10g Po phân rã hết là :

A. $3,213.10^{10}J$ B. $2,726.10^{10}J$ C. $1,9.10^{10}J$ D. $2,25.10^{10}J$.

Câu 43. Hiện tượng nào dưới đây khẳng định ánh sáng có tính chất sóng ?

A. Hiện tượng nhiễu xạ. B. Hiện tượng tán sắc.

C. Hiện tượng giao thoa. D. Cả A và C.

Câu 44. Đại lượng nào sau đây dùng để so sánh độ bền vững của các hạt nhân ?

A. Số hạt prôtôn. B. Số hạt nuclôn.

C. Năng lượng liên kết. D. Năng lượng liên kết riêng.

Câu 45. Một năm ánh sáng xấp xỉ bằng :

A. $9,46.10^{12}km$ B. $6,46.10^{12}km$

C. $9,12.10^{12}km$ D. $5,56.10^{12}km$.

Câu 46. Chọn câu phát biểu đúng.

A. Mặt Trời cũng là một ngôi sao.

B. Hệ Mặt Trời là trung tâm của một Thiên Hà.

C. Thiên Hà của chúng ta có kích thước không thay đổi.

D. Chỉ có khoảng 8 Thiên Hà trong toàn vũ trụ.

Câu 47. Chiếu một chùm tia sáng Mặt Trời qua một tấm kính lọc sắc rồi chc chiếu vào khe của một máy quang phổ thì ta sẽ được loại quang phổ nàc dưới đây ?

A. Quang phổ liên tục. B. Quang phổ vạch phát xạ.

C. Quang phổ hấp thụ. D. Chỉ có một vạch màu.

Câu 48. Hạt α có khối lượng 4,0015u. Biết số Avôgađrô $N_A = 6,02.10^{23}\ mol^{-1}$ $1u = 931\ MeV/c^2$, khối lượng của prôtôn là 1,0073u và khối lượng nơtror là 1,0087u. Các nuclôn kết hợp với nhau tạo thành hạt α, năng lượng tỏa ra khi tạo thành 1 mol khí Hêli là :

A. $2,7.10^{12}$J B. $3,5.10^{12}$J C. $2,7.10^{10}$J D. $3,5.10^{10}$J.

Câu 49. Phát biểu nào sau đây là ***đúng*** ?

A. Phóng xạ là hiện tượng hạt nhân nguyên tử phát ra sóng điện từ.

B. Phóng xạ là hiện tượng hạt nhân nguyên tử phát ra các tia α, β, X.

C. Phóng xạ là hiện tượng hạt nhân nguyên tử phát ra các tia không nhìn thấy và biến đổi thành các hạt nhân khác.

D. Phóng xạ là hiện tượng hạt nhân nguyên tử nặng bị phá vỡ thành các hạt nhân nhẹ khi hấp thụ nơtron.

Câu 50. Chiếu một chùm tia sáng trắng đi qua một lăng kính thì tia ló bị lệch về phía đáy lăng kính. Trong đó :

A. tia tím bị lệch ít nhất, vì chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng tím là nhỏ nhất.

B. tia tím bị lệch ít nhất, vì chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng tím là lớn nhất.

C. tia đỏ bị lệch ít nhất, vì chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng đỏ là nhỏ nhất.

D. tia đỏ bị lệch ít nhất, vì chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng đỏ là lớn nhất.

A. THEO CHƯƠNG TRÌNH NÂNG CAO (10 câu, từ câu 51 đến câu 60)

Câu 51. Một ô tô chuyển động với tốc độ 72 km/h và phát ra tiếng còi có tần số 1000Hz. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 340 m/s. Hỏi khi ô tô đang tiến về một phía một người thì người này nghe thấy tiếng còi có tần số là bao nhiêu ?

A. 972Hz B. 944,4Hz C. 1020,5Hz D. 1062,5Hz.

Câu 52. Một vật rắn đang quay chậm dần đều quanh một trục cố định xuyên qua vật thì :

A. tốc độ góc luôn có giá trị âm.

B. gia tốc góc luôn có giá trị âm.

C. tích tốc độ góc và gia tốc góc là số dương.

D. tích tốc độ góc và gia tốc góc là số âm.

Câu 53. Chỉ ra ý kiến đúng khi nói về con lắc vật lí :

A. Cũng như con lắc đơn chu kì dao động điều hòa của con lắc vật lí cũng không phụ thuộc vào khối lượng.

B. Khác với con lắc đơn, con lắc vật lí có thể dao động điều hòa với biên độ góc bất kì.

C. Chu kì dao động điều hòa của con lắc vật lí phụ thuộc vào hình dạng, kích thước của con lắc.

D. Chu kì dao động điều hòa của con lắc vật lí không phụ thuộc vào vị trí trục quay.

Câu 54. Một vật rắn quay đều xung quanh một trục, một điểm M trên vật rắn cách trục quay một khoảng R thì có :

A. tốc độ góc ω tỉ lệ thuận với R.

B. tốc độ góc ω tỉ lệ nghịch với R.

C. tốc độ dài v tỉ lệ thuận với R.

D. tốc độ dài v tỉ lệ nghịch với R.

Câu 55. Một thanh mảnh có khối lượng m = 2kg, chiều dài 1m. Momen quán tính của thanh đối với trục quay đi qua khối tâm và vuông góc với thanh bằng :

A. 2 $kg.m^2$ B. 1,5 $kg.m^2$ C. 1,66 $kg.m^2$ D. 0,166 $kg.m^2$.

Câu 56. Chọn câu sai :

A. Punxa là một sao phát sóng vô tuyến rất mạnh, cấu tạo bằng nơtron. Nó có từ trường mạnh và quay quanh một trục.

B. Quaza là một loại thiên hà phát xạ mạnh một cách bất thường các sóng vô tuyến và tia X. Nó có thể là một thiên hà mới được hình thành.

C. Hốc đen là một sao phát sáng, cấu tạo bởi một loại chất có khối lượng riêng cực kì lớn, đến nỗi nó hút tất cả phôtôn ánh sáng, không cho thoát ra ngoài.

D. Thiên hà là một hệ thống gồm các sao và các đám tinh vân.

Câu 57. Một đĩa mài bán kính 20cm, khối lượng 1kg đang quay với tốc độ góc 2 rad/s. Hỏi cần tác dụng vào đĩa một lực tiếp tuyến bằng bao nhiêu để sau 4s vật đạt tốc độ góc 10 rad/s ?

A. 2N B. 4N C. 0,2N D. 0,4N.

Câu 58. Một quả cầu đồng chất có đường kính 80cm, khối lượng 6kg đang quay đều với tần số 60 vòng/s quanh một trục đi qua tâm quả cầu. Momen động lượng quả cầu đối với trục quay là :

A. 30,2π $kg.m^2/s$ B. 230,4π $kg.m^2/s$

C. 250,4π $kg.m^2/s$ D. 62,3π $kg.m^2/s$.

Câu 59. Một vật đứng yên trên mặt đất có chiều dài l_0. Khi vật chuyển động với tốc độ gần bằng tốc độ ánh sáng, thì người ta quan sát trên mặt đất thấy chiều dài của nó :

A. lớn hơn l_0. B. tăng tỉ lệ với vận tốc ánh sáng.

B. nhỏ hơn l_0. D. bằng l_0.

Câu 60. Một đĩa tròn đồng chất có đường kính 80cm, khối lượng 3kg đang quay đều với tốc độ góc 10 rad/s quanh một trục thẳng đứng đi qua tâm đĩa Động năng của đĩa là :

A. 8J B. 40J C. 12J D. 6,3J.

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

Câu 1. A. Cắt lò xo thành hai phần bằng nhau độ cứng tăng 2 lần. Khi ghép song song độ cứng tương đương tăng 2 lần. Vậy độ cứng đã tăng lên 4 lần mà chu kì tỉ lệ nghịch với căn bậc hai của độ cứng nên chu kì giảm 2 lần.

Câu 2. D. $H = \frac{3}{5}H_0 \Leftrightarrow e^{-\lambda t} = \frac{3}{5} \Rightarrow t = 4128$ năm.

Câu 3. D. Ta có : $q = Q_0\sin(\omega + \varphi)$ với $\omega = 2\pi f = 1000$ rad/s; $Q_0 = CU_0 = 10^{-5}C$

Lúc t = 0 thì $q = Q_0\sin\varphi = Q_0 \Rightarrow \sin\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$

Vậy : $q = 10^{-5}\sin\left(1000\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (C).

Câu 4. D. $\lambda = \frac{v}{f} = 0{,}5\text{m}$

Để âm nghe được to nhất thì trong ống phải có sóng dừng với miệng ống là bụng sóng. Do đó, độ dài cột không khí trong ống phải thỏa mãn điều kiện bằng bội số lẻ lần một phần tư bước sóng :

$$L = k\frac{\lambda}{4} \Rightarrow L_{min} = \frac{\lambda}{4} = 12{,}5\text{cm}.$$

Câu 5. B. Xét phản ứng : ${}^{37}_{17}Cl + p \longrightarrow {}^{37}_{18}Ar + n$

Tổng khối lượng các hạt nhân trước phản ứng là $M_0 = m_{Cl} + m_p = 37{,}963839u$.

Tổng khối lượng các hạt nhân sau phản ứng là $M = m_{Ar} + m_n = 37{,}965559u$.

Ta thấy $M_0 < M$ suy ra phản ứng thu năng lượng và thu vào một năng lượng tối thiểu $\Delta E = 1{,}60132$MeV.

Câu 6. C.

Câu 7. C. Khi chiếu xiên ánh sáng trắng đi từ không khí vào nước xảy ra hiện tượng khúc xạ ánh sáng. Các tia sáng đơn sắc khác nhau có góc lệch khác nhau, do đó gây ra hiện tượng tán sắc ánh sáng, kết quả là tạo nên ở đáy bể một vệt sáng có nhiều màu. Khi chiếu ánh sáng trắng vuông góc với mặt nước thì tia sáng truyền thẳng và không xảy ra hiện tượng tán sắc ánh sáng nên vệt sáng dưới đáy bể vẫn là màu trắng.

Câu 8. C. **Câu 9.** C.

Câu 10. C.

Ta có : $x_2 = 3\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = 3\cos(\omega t - \pi)$; so sánh thấy x_2, x_3 ngược pha.

âu 11. C. Ta có : $x_1 = 2i_1 = 2\frac{\lambda_1 D}{a}$; $x_2 = 2i_2 = 2\frac{\lambda_2 D}{a}$

$$\Rightarrow \quad \Delta x = x_1 - x_2 = \frac{2D}{a}(\lambda_1 - \lambda_2) = \frac{2.2.10^{-6}}{1,5.10^{-3}}(0,5 - 0,25) = 0,67\text{mm}.$$

âu 12. B.

âu 13. B. Tần số dao động : $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{50\pi}{20\pi} = 25\text{Hz}$

Bước sóng : $\lambda = \frac{v}{f} = 2,4\text{cm}$

Biên độ dao động tại M :

$$2a\left|\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right| = 2a\left|\cos\frac{0,8p}{2,4}\right| = 2a\left|\cos\frac{\pi}{3}\right| = a = 2\text{mm}.$$

âu 14. A. Từ biểu thức $u = 200\cos100\pi t$ (V) ta có điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch là $U = 100\sqrt{2}$ V, tần số góc của dòng điện xoay chiều là $\omega = 100\pi$ (rad/s).

Cảm kháng của mạch là : $Z_L = \omega L = 100\Omega$

Dung kháng của mạch là : $Z_C = \frac{1}{\omega C} = 200\Omega$

Tổng trở của mạch là : $Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = 100\sqrt{2}\,\Omega$

Cường độ dòng điện trong mạch là : $I = \frac{U}{Z} = 1\text{A}$

Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây là : $U_d = I\sqrt{R^2 - Z_L^2} = 100\sqrt{2}\text{V}$

Thấy $Z_L < Z_C$ nên đoạn mạch có tính dung kháng, cường độ dòng điện trong mạch sớm pha hơn điện áp giữa hai đầu đoạn mạch một góc φ, mà $\tan\varphi = \frac{|Z_L - Z_C|}{R} = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}$. Suy ra biểu thức cường độ dòng điện trong mạch có dạng : $i = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$(A).

Xét đoạn mạch chứa cuộn dây (R nối tiếp L), nên đoạn mạch có tính cảm kháng, điện áp giữa hai đầu cuộn dây sớm pha hơn cường độ dòng điện trong mạch một góc φ_1 có $\tan\varphi_1 = \frac{Z_L}{R} = 1 \Rightarrow \varphi_1 = \frac{\pi}{4}$. Suy ra biểu thức của điện áp giữa hai đầu cuộn dây là $U_d = 200\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$(V).

Câu 15. D.

Câu 16. B. Ta có : $I_0 = \omega Q_0 = 0,05\text{A}$ và i sớm pha hơn q một góc $\alpha = \frac{\pi}{2}$.

Câu 17. A. Tần số lớn nhất trong chùm tia X mà ống Rơnghen phát ra được tính theo công thức : $hf_{max} = |eU_{AK}|$, suy ra : $U_{AK} = 11{,}7kV$.

Câu 18. D. Hiện tượng giao thoa sóng chỉ xảy ra khi hai sóng được tạo ra từ hai nguồn sóng có cùng tần số, cùng pha hoặc lệch pha một góc không đổi.

Câu 19. C. **Câu 20.** B. **Câu 21.** C. **Câu 22.** B.

Câu 23. B. Dòng điện xoay chiều hình sin là một dao động điều hòa. Hai dao động ở câu B là hai dao động điều hòa cùng tần số, tổng hợp lại là một dao động điều hòa.

Câu 24. C. Nếu phương trình li độ $x = 8\cos\left(2t - \frac{\pi}{2}\right)$(cm) thì phương trình vận tốc là : $v = -16\sin\left(2t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm/s).

Thay t = 0 vào phương trình li độ ta có : $x = 8\cos\frac{\pi}{2} = 0 \Rightarrow$ vật ở vị trí cân bằng.

Thay t = 0 vào phương trình vận tốc ta có : $v = -16\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) > 0 \Rightarrow$ vật chuyển động cùng chiều trục tọa độ. Vì trục tọa độ có chiều thẳng đứng xuống dưới, do đó vật chuyển động theo chiều từ trên xuống dưới.

Câu 25. C.

Câu 26. A. Phương trình phân rã : ${}^{120}_{84}Po \longrightarrow \alpha + {}^{206}_{82}Pb$

$$\Delta E = (m_{Po} - m_{\alpha} - m_{Pb})c^2 = 5{,}4MeV$$

Gọi động năng của Po là W_{Po}, của Pb là W_{Pb}, của hạt α là W_{α}.

Theo định luật bảo toàn năng lượng ta có : $W_{Pb} + W_{\alpha} - W_{Po} = \Delta E$.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng : $\vec{P}_{Po} = \vec{P}_{Pb} + \vec{P}_{\alpha}$. Ban đầu hạt nhân Po đứng yên nên $W_{Po} = 0$ và $\vec{P}_{Po} = \vec{0}$ ta suy ra hệ phương trình :

$$\begin{cases} W_{Pb} + W_{\alpha} = \Delta E \\ m_{Pb}W_{Pb} = m_{\alpha}W_{\alpha} \end{cases}$$

Giải hệ phương trình trên ta được $W_{Pb} = 0{,}1MeV$.

Câu 27. C. Âm không truyền được trong chân không, do đó C sai.

Câu 28. B. $\Delta l_0 = l_{max} - l_0 - A = 4cm$

Áp dụng công thức : $T = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l_0}{g}}$. Thay số tính được T = 0,4s.

Câu 29. D. Chất phóng xạ bị phân rã 75%, còn lại 25%, suy ra $\frac{m}{m_0} = 0{,}25$

Suy ra : $\frac{t}{T} = 2 \quad \Rightarrow \quad t = 30h$.

Câu 30. D.

Câu 31. A. Chưa đủ căn cứ để so sánh và rút ra kết luận, vì

$$W = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \frac{1}{2}kA^2 \text{ mà chưa biết } k_1 \text{ và } k_2.$$

Câu 32. C. Nếu cuộn dây là thuần cảm thì $U = U_L - U_C$.

Vì $U > |U_L - U_C| \Rightarrow$ cuộn dây có điện trở thuần.

Câu 33. C. Khoảng cách giữa hai điểm dao động ngược pha gần nhau nhất trên một phương truyền sóng là một nửa bước sóng $\Rightarrow \lambda = 1{,}7\text{m}$.

Áp dụng công thức tính bước sóng :

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad \Rightarrow \quad f = \frac{v}{\lambda} = 200\text{Hz}.$$

Câu 34. A. Tổng năng lượng điện từ trong mạch :

$$W = W_{d\,max} = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{2.10^{-10}(220.10^{-3})^2}{2} = 4{,}84.10^{-12}\,\text{J}.$$

Câu 35. A. Vì nhiệt chỉ tỏa trên R, không tỏa trên L và C.

Câu 36. A. Giữa M và đường trung trực của AB có 3 vân cực đại khác, suy ra M nằm trên đường k = 4, do đó $BM - AM = k\lambda = 4\lambda$.

Suy ra : $4\lambda = 20 - 16 = 4\text{cm} \Rightarrow \lambda = 1\text{cm}$, từ đó $v = \lambda f = 20$ cm/s.

Câu 37. A. So sánh biểu thức cường độ dòng điện tức thời trong mạch dao động LC là $i = I_0\sin(\omega t)$ với biểu thức $i = 0{,}02\cos2000t$ (A), biến đổi i về dạng hàm sin ta được : $i = 0{,}02\sin\left(2000t + \frac{\pi}{2}\right)$. Ta thấy tần số góc dao động của mạch là $\omega = 2000$ rad/s.

Áp dụng công thức tính tần số góc của mạch dao động LC : $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$,

thay số : $C = 5\mu F = 5.10^{-6}F$; $\omega = 2000$ rad/s; ta được : L = 50mH.

Câu 38. B. Khối lượng của một hạt nhân được tạo thành từ nhiều nuclôn thì bé hơn tổng khối lượng của các nuclôn, hiệu số Δm gọi là độ hụt khối. Sự tạo thành hạt nhân tỏa năng lượng tương ứng $\Delta E = \Delta mc^2$, gọi là năng lượng liên kết hạt nhân.

Câu 39. C. Sóng dừng trên dây có hai đầu cố định thì chiều dài dây phải bằng bội số nguyên lần nửa bước sóng. Trên dây có hai bụng sóng, hai đầu là hai nút sóng, như vậy trên dây có hai khoảng $\frac{\lambda}{2}$, suy ra bước sóng $\lambda = 30\text{cm}$.

Từ đó : $v = \lambda f = 150$ m/s.

Câu 40. A. $A = \frac{l_{max} - l_0}{2} = \frac{56 - 40}{2} = 8\text{cm}$

Áp dụng công thức : $T = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l_0}{g}} = \frac{1}{f}$. Từ đó tính được Δl_0.

$l_0 = l_{max} - A - \Delta l_0 \approx 46{,}8cm$.

Câu 41. A. Phản ứng xảy ra theo phương trình : ${}^3_1T + {}^2_1D \longrightarrow \alpha + n$

Tổng độ hụt khối trước phản ứng là : $\Delta M_0 = \Delta m_T + \Delta m_D$

Tổng độ hụt khối sau phản ứng là : $\Delta M = \Delta m_\alpha + \Delta m_n$.

Độ hụt khối của n bằng không.

Phản ứng tỏa một lượng năng lượng : $\Delta E = (\Delta M - \Delta M_0)c^2 = 18{,}06MeV$.

Câu 42. B. **Câu 43.** D. **Câu 44.** D.

Câu 45. A. **Câu 46.** A. **Câu 47.** C.

Câu 48. A. Năng lượng tỏa ra khi tổng hợp được một hạt α từ các nuclôn là :

$$\Delta E = \Delta m.c^2 = [(2m_p + 2m_n) - m_\alpha]c^2.$$

Năng lượng tỏa ra khi tạo thành 1 mol khí hêli là : $E = N_A.\Delta E = 2{,}7.10^{12}J$.

Câu 49. C.

Câu 50. C. Vì chiết suất của lăng kính càng nhỏ thì góc lệch càng nhỏ nên tia đỏ lệch ít nhất.

Câu 51. D. $v = 72$ km/h $= 20$ m/s

$$f' = \frac{v}{v - v_S}f = \frac{340}{340 - 20}1000 = 1062{,}5Hz.$$

Câu 52. D. **Câu 53.** C. **Câu 54.** C.

Câu 55. D. $I = \frac{1}{2}ml^2 = \frac{1}{12}.2.1 = 0{,}166\ kg.m^2$.

Câu 56. C.

Câu 57. C. $I = \frac{1}{2}mR^2 = 2.10^{-2}kg.m^2$; $\gamma = \frac{\omega - \omega_0}{t} = 2\ rad/s^2$

$M = I\gamma = FR \Rightarrow F = \frac{\gamma I}{R} = 0{,}2N$.

Câu 58. B. $I = \frac{2}{5}mR^2 = 1{,}92\,kg.m^2$

$\omega = 2\pi f = 2\pi.60 = 120\pi$ rad/s

$L = I\omega = 230{,}4\pi\ kg.m^2/s$.

Câu 59. C.

Câu 60. C. $I = \frac{1}{2}mR^2 = 24.10^{-2}kg.m^2$

$W_d = \frac{1}{2}I\omega^2 = 12J$.